



Gr oupe d'ex perts intergouvernemental sur l'évolution du climat

Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur de l'utilisation des terres, changements d'affectation des terres et foresterie

Edité par

Jim Penman, Michael Gytarsky, Taka Hiraishi, Thelma Krug, Dina Kruger,
Riita Pipatti, Leandro Buendia, Kyoko Miwa, Todd Ngara,
Kiyoto Tanabe et Fabian Wagner



Programme du GIEC

des inventaires nationaux de gaz à effet de serre

IGES

Publié par l'Institute for Global Environmental Strategies (IGES) pour le GIEC

© Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), 2003.

Tous droits réservés. Toute reproduction ou représentation à des fins commerciales, même partielle et quel qu'en soit le support ou le moyen, par procédé électronique ou mécanique, y compris la photocopie, l'enregistrement sonore ou tout système de stockage et retrait de données, est interdite sans autorisation préalable et écrite de l'éditeur ou permis autorisant les reproductions restreintes par photocopie.

Unité de soutien technique du
Programme du GIEC sur les inventaires nationaux de gaz à effet de serre

A/s de l'Institute for Global Environmental Strategies (IGES)
2108 -11, Kamiyamaguchi
Hayama, Kanagawa
Japon, 240-0115
Télécopie : (81 46) 855 3808
<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp>

Si les recommandations et les informations contenues dans ce Rapport du GIEC sont considérées véritables et exactes au moment de l'impression, ni les auteurs, ni l'éditeur ne peuvent être tenus légalement responsables des éventuelles erreurs ou omissions y paraissant.

Imprimé au Japon

ISBN 92-9169-217-4

TABLE DES MATIERES

Remerciements	iv
Préface	v
Chapitres	
1 Vue d'ensemble.....	1.1
2 Base d'une représentation cohérente des superficies terrestres	2.1
3 Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur CATF	3.1
4 Méthodes supplémentaires et recommandations en matière de bonnes pratiques résultant du Protocole de Kyoto	4.1
5 Questions communes.....	5.1
Appendices	
Appendice A Glossaire	G.1
Appendice B Information essentielle.....	I.1
Appendice C Abréviations et acronymes.....	AA.1
Appendice D Réviseurs.....	R.1

REMERCIEMENTS

La préparation des *Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur de l'utilisation des terres, changements d'affectation des terres et foresterie (GPG-UTCATF)* a représenté un travail considérable par le Programme du GIEC sur les inventaires nationaux de gaz à effet de serre. La réussite de ce projet est due surtout et avant tout aux connaissances, à l'enthousiasme et à la coopération des coordinateurs principaux, auteurs principaux et contributeurs - environ cent cinquante à travers le monde. Ces personnes ont consacré énormément de temps et de travail à la réalisation de cette tâche et nous leur sommes extrêmement reconnaissants de leur dévouement aux activités du GIEC.

Le caractère approprié de l'examen des commentaires a été assuré par les réviseurs, auxquels nous exprimons notre gratitude pour cette tâche importante.

Nous souhaitons également remercier le personnel du Secrétariat de la CCNUCC, Roberto Acosta, Claudio Forner et Heikki Granholm pour sa participation et sa contribution importante à la préparation du rapport, en particulier pour son soutien et ses recommandations sur des questions relatives à la Convention, au Protocole de Kyoto et aux Accords de Marrakech.

Le Groupe de travail, composé des coprésidents du Groupe de travail du GIEC Taka Hiraishi et Thelma Krug, et de Michael Gytarsky (Fédération russe), Dina Kruger (États-Unis) et Jim Penman (Royaume-Uni), a guidé les travaux et assuré la cohérence interne du rapport, ainsi que son accord avec *les Lignes directrices du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre – version 1996*. Nous tenons à leur exprimer notre gratitude pour leur direction et leurs conseils éclairés au cours de la préparation du présent rapport.

Cinq réunions d'auteurs/d'experts ont eu lieu à Eisenach, Allemagne ; Tampere, Finlande ; Rio de Janeiro, Brésil ; Kuala Lumpur, Malaisie ; et Sydney, Australie pendant la préparation du rapport. Nous tenons à remercier les pays et les organisations hôtes qui ont organisé ces réunions.

Deux examens conjoints gouvernementaux/experts ont été effectués pendant la préparation du rapport ; le premier du 2 décembre 2002 au 27 janvier 2003, et le deuxième du 2 mai 2003 au 27 juin 2003. Le premier a donné lieu à près de six mille commentaires, et le deuxième à environ quatre mille. Ces commentaires ont apporté un niveau d'expertise supplémentaire constructive au travail en cours, et leur prise en compte a considérablement amélioré les projets. Nous tenons à remercier toutes les personnes qui nous ont fait part de leurs commentaires.

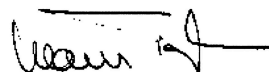
L'Unité de soutien technique du Programme du GIEC sur les inventaires nationaux de gaz à effet de serre (Directeur Riitta Pipatti, Responsables du Programme Leandro Buendia, Kyoko Miwa, Todd Ngara, Kiyoto Tanabe et Fabian Wagner, Responsable administratif Ayako Hongo, Secrétaire du Projet Akiko Kawase, et Responsable informatique John Lane) nous a fait bénéficier de recommandations, ainsi que d'une assistance technique et organisationnelle pour le projet. Elle a collaboré sans compter avec les auteurs jusqu'à l'édition finale du rapport et nous lui exprimons notre gratitude pour son travail sans relâche et efficace.

Le Secrétariat du GIEC (Rudie Bourgeois, Annie Courtin et Chantal Etori) a fourni l'assistance nécessaire à l'organisation des réunions et des examens. Nous tenons à remercier son personnel pour sa contribution et sa flexibilité face aux besoins des auteurs et de l'Unité de soutien technique dans des délais souvent difficiles.

Dernier point, mais non des moindres, nous tenons à remercier le Président du GIEC Rajendra Pachauri, le Secrétaire du GIEC Geoff Love (jusqu'en août 2003), la Secrétaire intérimaire Renate Christ et le Bureau du groupe de travail sur les inventaires (Coprésidents, et Ian Carruthers, Soobaraj N. Sok Appadu, Kirit Parikh, Dhari Al-Ajimi, Jamidu Katima, Javier Hanna Figueroa (jusqu'en juin 2003), Sergio Gonzalez-Martineaux, Art Jaques, Dina Kruger, Helen Plume, Audun Rosland et Saad Khorfan) pour leurs soutien, conseils et encouragements.



G.O.P. Obasi
Secrétaire-Général
Organisation météorologique mondiale



K. Töpfer
Directeur Exécutif
Programme des Nations unies pour l'environnement

PREFACE

Le présent rapport sur les *Recommandations en matière de bonnes pratiques pour l'utilisation des terres, changements d'affectation des terres et foresterie (GPG-UTCATF)* est la réponse à la demande faite par la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques (CCNUCC)¹ au Groupe d'experts international sur l'évolution du climat (GIEC)² de développer des recommandations en matière de bonnes pratiques pour l'utilisation des terres, changements d'utilisation des terres et foresterie (UTCATF). Le *GPG-UTCATF* présente des méthodes supplémentaires et des *recommandations en matière de bonnes pratiques* pour l'estimation, la mesure, la surveillance et la notification des variations des stocks de carbone et des émissions de gaz à effet de serre résultant d'activités UTCATF relevant des paragraphes 3 et 4 de l'Article 3, et des Articles 6 et 12 du Protocole de Kyoto.

Le *GPG-UTCATF* aide les pays à établir des inventaires pour le secteur de l'utilisation des terres, changements d'affectation des terres et foresterie qui ne sont ni des surestimations, ni des sous-estimations—autant qu'on puisse en juger—et dans lesquels les incertitudes sont réduites le plus possible. Il recommande le développement d'inventaires transparents, documentés, temporellement cohérents, exhaustifs, comparables, dont les incertitudes ont été évaluées, qui ont fait l'objet de contrôle de la qualité et d'assurance de la qualité, et qui utilisent les ressources efficacement.

Le *GPG-UTCATF* est en accord avec les *recommandations en matière de bonnes pratiques* qui existent pour les autres secteurs et examine :

- Le choix des méthodes d'estimation dans le contexte des *Lignes directrices du GIEC* ;
- Des procédures d'assurance de la qualité et de contrôle de la qualité permettant des vérifications par comparaisons lors de la compilation de l'inventaire ;
- Des données et informations à documenter, archiver et notifier pour faciliter l'examen des estimations des inventaires ;
- La quantification des incertitudes au niveau de la catégorie de source ou de puits et pour l'inventaire dans son ensemble, pour que les ressources disponibles soient utilisées en vue de la réduction des incertitudes dans le temps, et pour que les améliorations puissent être suivies.

En outre, le *GPG-UTCATF* présente des recommandations relatives à des questions spécifiques au secteur UTCATF sur la représentation cohérente des superficies terrestres, l'échantillonnage pour les estimations des superficies et pour l'estimation des émissions et absorptions, la vérification, et des recommandations sur la façon de compléter la notification aux termes de la Convention pour le secteur UTCATF afin de satisfaire aux prescriptions supplémentaires aux termes du Protocole de Kyoto.

Le développement de *recommandations en matière de bonnes pratiques* pour le secteur UTCATF est une étape supplémentaire du programme continu du GIEC de développement d'inventaires et contribuera aussi aux futures révisions des *Lignes directrices du GIEC* elles-mêmes.

¹ Décision 11/CP.7 (utilisation des terres, changements d'affectation des terres et foresterie) dans FCCC/CP/2001/13/ Add.1, paragraphes 3(a) et 3 (b), page 55.

² Le GIEC a été établi conjointement par l'Organisation météorologique mondiale (OMM) et le Programme des Nations unies pour l'Environnement (PNUE) pour

- Effectuer des évaluations périodiques des connaissances scientifiques, des incidences et des aspects socio-économiques des changements climatiques et les options d'adaptation et d'atténuation pour y remédier ;
- Évaluer, et développer selon les besoins, des méthodologies telles que les *Lignes directrices du GIEC pour les inventaires nationaux des gaz à effet de serre* ;
- Fournir, sur demande, des conseils scientifiques/techniques/socio-économiques à la Conférence des Parties à la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques (CCNUCC) et ses organismes.

VUE D'ENSEMBLE

AUTEURS ET REVISEURS

Auteurs principaux coordinateurs

Jim Penman (Royaume-Uni)

Michael Gytarsky (Russie), Taka Hiraishi (Japon), Thelma Krug (Brésil), et Dina Kruger (États-Unis)

Réviseurs

Ian Carruthers (Australie) et Carlos López (Cuba)

Table des matières

1.1	INTRODUCTION	1.4
1.2	RECOMMANDATIONS EN MATIÈRE DE BONNES PRATIQUES POUR L'UTILISATION DES TERRES, LE CHANGEMENT D'AFFECTATION DES TERRES ET LA FORESTERIE (UTCATF)	1.4
1.3	DÉFINITION DES INVENTAIRES CONFORMES AUX RECOMMANDATIONS EN MATIÈRE DE BONNES PRATIQUES	1.6
1.4	CONFORMITÉ AVEC LES <i>LIGNES DIRECTRICES DU GIEC</i>	1.8
1.5	STRUCTURE DU PRÉSENT DOCUMENT	1.9
1.6	UTILISATION DES RECOMMANDATIONS — CONSEILS PRATIQUES POUR LES ORGANISMES CHARGÉS DES INVENTAIRES ET AUTRES UTILISATEURS	1.10
1.7	PERTINENCE POLITIQUE	1.11

1.1 INTRODUCTION

En 1998, les Parties à la Conférence-cadre des Nations unies sur les changements climatiques (CCNUCC) ont invité le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) à établir des *recommandations en matière de bonnes pratiques* pour les *Lignes directrices du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre – Version révisée 1996 (Lignes directrices du GIEC)*¹. Étant donné que les Parties avaient déjà convenu d'utiliser² les *Lignes directrices du GIEC* pour estimer les émissions et absorptions des gaz à effet de serre, ces recommandations ne visaient pas à remplacer les *Lignes directrices du GIEC*, et devaient constituer un outil de référence complémentaire, en accord avec ces *Lignes directrices*.

Le GIEC a terminé ses travaux dans des délais suffisants pour permettre l'acceptation du premier volume des *Recommandations du GIEC en matière de bonnes pratiques et de gestion des incertitudes pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre (GPG2000)*³ à la réunion plénière du GIEC à Montréal en mai 2000. *GPG2000* a été ensuite accepté⁴ par la Conférence des Parties (CDP) à la CCNUCC, et par son Organe subsidiaire de conseil scientifique et technologique (SBSTA). La CDP s'est référée fréquemment à *GPG2000* pour ses décisions ultérieures, notamment pour celles connues collectivement sous le nom d'Accords de Marrakech⁵, accords conclus lors de sa septième session. Les Accords de Marrakech ont également invité le GIEC à établir des *recommandations en matière de bonnes pratiques* pour le secteur de l'utilisation des terres, le changement d'affectation des terres et la foresterie (UTCATF), secteur qui n'est pas couvert dans *GPG2000*. Le champ de ces travaux, la définition des *bonnes pratiques* dans ce contexte, leurs liens avec les *Lignes directrices du GIEC*, et les conséquences pratiques pour les organismes chargés des inventaires sont décrits plus en détail ci-après aux Sections 1.2, 1.3, 1.4 et 1.6 respectivement. Les Sections 1.5 et 1.7 présentent les grandes lignes du présent document et examinent sa pertinence politique.

1.2 RECOMMANDATIONS EN MATIÈRE DE BONNES PRATIQUES POUR L'UTILISATION DES TERRES, LE CHANGEMENT D'AFFECTATION DES TERRES ET LA FORESTERIE (UTCATF)

Les activités de changement d'affectation des terres et foresterie (CATF) décrites au Chapitre 5 des *Lignes directrices du GIEC*⁶ ne figuraient pas dans *GPG2000* car lors de l'élaboration de *GPG2000*, le GIEC préparait également le *Rapport spécial sur l'utilisation des terres, le changement d'affectation des terres et la foresterie (RS UTCATF)*. Des travaux parallèles sur des *Recommandations en matière de bonnes pratiques pour UTCATF* auraient pu présenter des divergences par rapport au Rapport spécial. Par ailleurs, des négociations importantes sur UTCATF étant en cours dans le cadre des activités de la CCNUCC, le GIEC a jugé préférable d'établir des *Recommandations en matière de bonnes pratiques* pour UTCATF à la lumière des conclusions de ces négociations.

¹ Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) (1997). Houghton J.T., Meira Filho L.G., Lim B., Tréanton K., Mamaty I., Bonduki Y., Griggs D.J. et Callander B.A. (éds). *Lignes directrices du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre – Version révisée 1996*. GIEC/OCDE/AIE, Paris, France.

² Notamment le Rapport de la Quatrième Session de l'Organe subsidiaire de conseil scientifique et technologique (FCCC/SBSTA/1996/20), paragraphe 30; décisions 2/CP.3 et 3/CP.5 (Directives de la CCNUCC pour la préparation des communications des Parties visées à l'Annexe I de la Convention – première partie : Directives de la CCNUCC pour l'élaboration d'inventaires annuels), 18/CP.8 révisant les directives adoptées à la 3/CP.5, et 17/CP.8 adoptant des directives améliorées pour la préparation des communications nationales des Parties non visées à l'Annexe I de la Convention.

³ Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) (2000). Penman J., Kruger D., Galbally I., Hiraishi T., Nyenzi B., Emmanuel S., Buendia L., Hoppaus R., Martinsen T., Meijer J., Miwa K. et Tanabe K. (éds). *Recommandations en matière de bonnes pratiques et gestion des incertitudes des inventaires nationaux de gaz à effet de serre*. GIEC/OCDE/AIE/IGES, Hayama, Japon.

⁴ Rapport de la Douzième session de SBSTA (FCCC/SBSTA/2000/5), paragraphe 40 et décisions 3/CP.5 et 19/CP.8.

⁵ Décisions 1/CP.7 à 24/CP.7; la décision 21/CP.7 réfère spécifiquement à l'utilisation des *Recommandations en matière de bonnes pratiques* dans le contexte du Protocole de Kyoto.

⁶ Les *Lignes directrices du GIEC* se rapportent au Changement d'affectation des terres et Foresterie (CATF), mais Utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie (UTCATF) est devenu le terme habituel dans les négociations de la CCNUCC et a été adopté pour le titre du Rapport spécial 2000 du GIEC sur ce sujet. CATF est utilisé dans le présent rapport pour les références spécifiques aux *Lignes directrices du GIEC*.

Les négociations UTCATF sur la mise en œuvre du Protocole de Kyoto se sont achevées (sauf celles sur les définitions et modalités pour la prise en compte des activités de boisement et reboisement conformément au Mécanisme pour un développement propre) pendant la deuxième partie de la CDP6, et à la CDP7, qui ont eu lieu respectivement à Bonn (juillet 2001) et Marrakech (novembre 2001). Le Paragraphe 3 de la Décision 11/CP.7⁷ adoptée à la CDP7 contient les invitations au GIEC (voir Encadré 1.2.1).

ENCADRE 1.2.1
INVITATION AU GIEC DANS LES ACCORDS DE MARRAKECH, DECISION 11/CP.7

La Conférence des Parties.....

3. *Invite* le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC):

(a) À élaborer des méthodes pour estimer, mesurer, suivre et notifier les variations de stocks de carbone et les émissions anthropiques par les sources et les absorptions anthropiques par les puits de gaz à effet de serre résultant des activités liées à l'utilisation des terres, au changement d'affectation des terres et à la foresterie visées aux paragraphes 3 et 4 de l'Article 3 et aux Articles 6 et 12 du Protocole de Kyoto, sur la base des *Lignes directrices du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre – Version révisée 1996*, en tenant compte de la présente décision (11/CP.7), et du projet de décision –/CMP.1 (*Utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie*) ci-joint, méthodes qui seront soumises pour examen et éventuelle adoption à la Conférence des Parties à sa neuvième session ;

(b) À établir un rapport sur les *bonnes pratiques* et la gestion des incertitudes en matière de mesure, d'estimation et d'évaluation des incertitudes, de surveillance et de notification des variations nettes des stocks de carbone ainsi que des émissions anthropiques par les sources et des absorptions anthropiques par les puits de gaz à effet de serre dans le secteur de l'utilisation des terres, du changement d'affectation des terres et de la foresterie, en tenant compte de la présente décision (11/CP.7) et du projet de décision –/CMP.1 (*Utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie*) ci-joint, rapport qui sera soumis pour examen et éventuelle adoption à la Conférence des Parties à sa neuvième session ;

(c) À mettre au point des définitions des activités humaines de « dégradation » des forêts et de « destruction » des forêts et autres types de végétation, ainsi que des options méthodologiques pour inventorier et notifier les émissions résultant directement de ces activités, afin de les présenter à la Conférence des Parties à sa neuvième session ; et

(d) À élaborer des méthodes réalistes permettant de distinguer les variations des stocks de carbone et les émissions par les sources et les absorptions par les puits de gaz à effet de serre engendrées directement par les activités humaines, des effets indirects des activités humaines et des effets naturels (tels que la fertilisation par le dioxyde de carbone et les dépôts d'azote), ainsi que des effets des pratiques forestières antérieures (à l'année de référence), en vue de les soumettre à la Conférence des Parties à sa dixième session.

...

Les invitations aux paragraphes 3(a) et 3(b) de 11/CP.7 sont étroitement liées, et le GIEC y a répondu en établissant un rapport sur les *Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur UTCATF*, basé sur les *Lignes directrices du GIEC*. Ce rapport complète l'ensemble des *Recommandations en matière de bonnes pratiques* pour tous les secteurs des *Lignes directrices du GIEC*. Le premier volume des *Recommandations en matière de bonnes pratiques (GPG2000)* examine d'autres secteurs des *Lignes directrices du GIEC*, à savoir Énergie, Procédés industriels, Agriculture et Déchets.

Le GIEC répond aux invitations des paragraphes 3(c) et 3(d) de 11/CP.7 séparément, et ceci est sans effet sur l'application des présentes *Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur UTCATF*.

⁷ L'intitulé 11/CP.7 signifie la 11^e décision adoptée par la CDP à la CCNUCC lors de sa 7^e session. L'intitulé –/CMP.1 indique les projets de décisions qui seront examinés par la CDP lors de sa première réunion à titre de Réunion des Parties au Protocole de Kyoto.

1.3 DEFINITION DES INVENTAIRES CONFORMES AUX RECOMMANDATIONS EN MATIERE DE BONNES PRATIQUES

Selon la définition de *GPG2000*, on entend par inventaires conformes aux *bonnes pratiques* des inventaires qui ne sont ni surestimés ni sous-estimés autant qu'on puisse en juger, et dans lesquels les incertitudes sont réduites autant que possible⁸.

Avec l'application de cette définition au secteur UTCATF, les estimations des variations des stocks de carbone, des émissions par les sources et des absorptions par les puits, même incertaines, devraient être des estimations de bonne foi, en ceci qu'elles ne contiennent pas de biais susceptibles d'avoir été identifiés et éliminés, et que les incertitudes ont été réduites autant que possible, compte tenu des circonstances nationales. Dans l'état des connaissances scientifiques et des ressources actuelles, ces estimations sont probablement les meilleures estimations possibles. Les *bonnes pratiques* visent à assurer la conformité avec la définition en présentant des recommandations sur les points suivants :

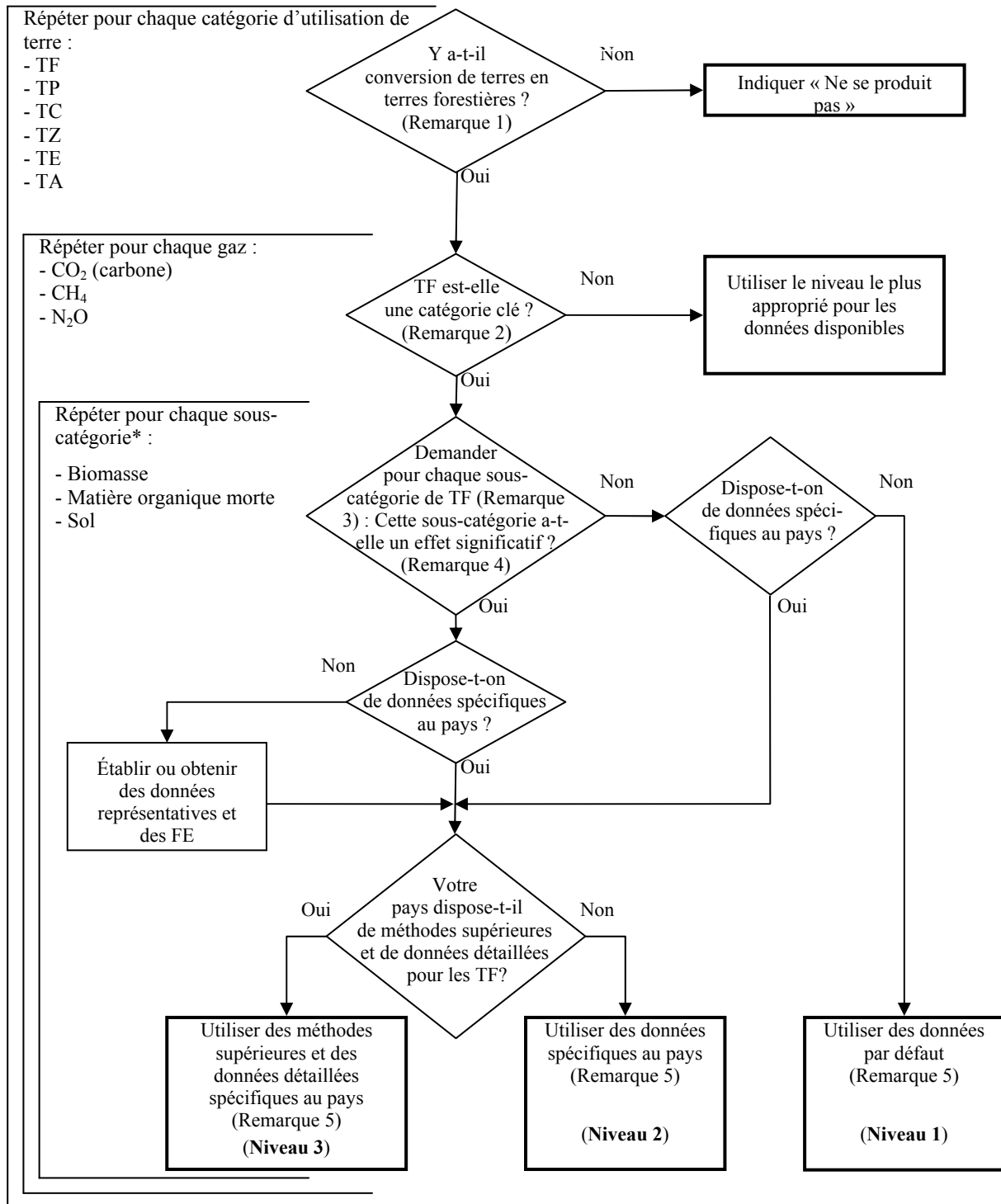
- Choix de la méthode d'estimation dans le cadre des *Lignes directrices du GIEC* ;
- Procédures d'assurance de la qualité et du contrôle de la qualité permettant des contre-vérifications lors de la compilation des inventaires ;
- Documentation, archivage et présentation des données et des informations pour faciliter l'examen et l'évaluation des estimations d'émissions ; et
- Quantification des incertitudes pour les catégories de source et pour l'inventaire général, en vue d'une affectation des ressources disponibles pour la réduction progressive des incertitudes et le suivi des améliorations dans ce domaine.

Les *Recommandations en matière de bonnes pratiques* facilitent également l'établissement d'inventaires transparents, documentés, temporellement cohérents, exhaustifs, comparables, qui ont fait l'objet d'une évaluation de l'incertitude, ainsi que d'un contrôle et une assurance de la qualité, qui utilisent efficacement les ressources mises à la disposition des organismes chargés des inventaires, et dont les incertitudes diminuent avec l'émergence de données plus précises.

GPG2000 décrit comment utiliser des méthodes d'estimation plus détaillées (niveau supérieur), en fonction des ressources disponibles, pour identifier des *sources clés* qui devront être prioritaires en raison de leur importance pour le niveau absolu, les tendances, ou l'incertitude des émissions ou pour des facteurs qualitatifs tels que des valeurs anormalement élevées ou basses. Le Chapitre 5.4 du présent rapport applique l'analyse des sources clés aux *catégories* UTCATF. De nouvelles catégories clés UTCATF, identifiées par une analyse de l'ensemble de l'inventaire, sont ajoutées aux catégories de sources clés identifiées précédemment. Les activités visées aux Articles 3.3 et 3.4 du Protocole de Kyoto sont des activités clés si la catégorie associée du Chapitre 3 est une catégorie clé, ou si les effets des activités relatives à plusieurs catégories du Chapitre 3 sont supérieurs aux catégories du Chapitre 3 qui sont des catégories clés, ou pour des raisons qualitatives. Les conclusions de l'analyse des *catégories clés* sont ensuite utilisées dans des diagrammes décisionnels destinés à guider l'utilisateur dans le choix de la méthode d'estimation pour l'inventaire. La Figure 1.1 représente un exemple de diagramme décisionnel (les abréviations TF, TP, TC, TZ, TE et TA à la Figure 1.1 sont expliquées dans l'Appendice « Abréviations et acronymes » à la fin du présent rapport).

⁸ Voir *GPG2000* Section 1.3.

Figure 1.1 Diagramme décisionnel pour l'identification du niveau approprié pour les terres converties en une autre catégorie d'utilisation des terres (cet exemple se rapporte à des terres converties en terres forestières, TF)



Remarque 1 : L'utilisation d'un seuil de vingt ans est conforme aux valeurs par défaut présentées dans les *Lignes directrices du GIEC*. Les pays peuvent utiliser d'autres seuils temporels, en fonction du contexte national.

Remarque 2 : Le principe de catégorie clé est expliqué au Chapitre 5, Paragraphe 5.4 (Choix méthodologique – Identification des catégories clés).

Remarque 3 : Voir Tableau 3.1.2 pour les caractéristiques des sous-catégories.

Remarque 4 : Une sous-catégorie est significative si elle représente entre 25 et 30 pour cent des émissions/absorptions pour l'ensemble de la catégorie.

Remarque 5 : Voir Encadré 3.1.1 pour la définition des niveaux.

* Si un pays notifie des produits ligneux récoltés (PLR) en tant que bassin séparé, celui-ci devra être traité comme une sous-catégorie.

1.4 CONFORMITE AVEC LES *LIGNES DIRECTRICES DU GIEC*

Comme indiqué dans l'introduction, *les recommandations en matière de bonnes pratiques* doivent être en conformité avec les *Lignes directrices du GIEC* étant donné que les Parties ont convenu d'utiliser ces dernières pour l'estimation des émissions et absorptions des gaz à effet de serre. Les *Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur UTCATF* définissent la conformité avec les *Lignes directrices du GIEC* à l'aide des trois critères suivants⁹ :

- (i) Les catégories de source ou de puits spécifiques auxquelles s'appliquent les *Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur UTCATF* correspondent aux catégories des *Lignes directrices du GIEC*.
- (ii) Les *Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur UTCATF* utilisent les mêmes formes fonctionnelles pour les équations des estimations d'émissions que celles utilisées dans les *Lignes directrices du GIEC*, ou équivalentes.
- (iii) Les *Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur UTCATF* permettent la correction des erreurs ou défauts identifiés dans les *Lignes directrices du GIEC*.

Il existe une certaine interaction entre *Les Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur UTCATF* et *GPG2000* pour ce qui est de l'estimation des émissions dues à l'agriculture, notamment des émissions d'oxyde d'azote par les sols, et il doit y avoir avec conformité entre les recommandations.

Les Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur UTCATF offrent une certaine flexibilité supplémentaire, toutefois limitée et spécifique, suite aux conclusions de la 15^e réunion de l'Organe subsidiaire de conseil scientifique et technologique (SBSTA), qui s'est tenue en association avec la CDP7 à Marrakech. Ayant pris note avec satisfaction des progrès des travaux du GIEC sur le secteur *UTCATF*, le SBSTA a :

... encouragé le GIEC à faire en sorte que toute élaboration de la présentation des catégories du Chapitre 5¹⁰ dans la version révisée 1996 des *Lignes directrices du GIEC* pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre, ou tout changement apporté à cette présentation, permette des comparaisons entre les informations qui seront notifiées au moyen du guide des bonnes pratiques et celles qui étaient notifiées précédemment dans les inventaires au titre de la Convention.¹¹

D'un point de vue scientifique, cette suggestion du SBSTA s'explique par le fait que dans les *Lignes directrices du GIEC* les sols constituent une seule catégorie de notification ; ce qui, dans les calculs d'inventaires, tend à séparer les matières organiques du sol des stocks de biomasse vivante associés et peut produire des estimations contradictoires dues en partie à une différence de classification. Cette suggestion permet certaines modifications dans les *Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur UTCATF*, sous réserve du maintien de la possibilité de vérification des estimations par rapport aux catégories de notification du Chapitre 5 des *Lignes directrices du GIEC*. Les *Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur UTCATF* ont été établies en tenant compte de cette flexibilité, et en veillant à assurer la conformité avec le Chapitre 5 des *Lignes directrices du GIEC*.

Les critères (i) à (iii) permettent l'inclusion d'autres catégories de source ou de puits pour des terres exploitées entrant dans la catégorie « *Autres terres* » du Chapitre 5 des *Lignes directrices du GIEC*. Les facteurs d'émission ou d'absorption par défaut et les paramètres de modèles ont été mis à jour lorsqu'ils peuvent être associés à des circonstances nationales particulières et documentées. Des recommandations sur des méthodes plus complexes que celles décrites dans les *Lignes directrices du GIEC* sont également fournies, étant donné que les *Lignes directrices* prévoient l'utilisation de telles méthodes¹².

Les Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur UTCATF doivent également satisfaire aux exigences du Protocole de Kyoto, lequel décrit des activités *UTCATF* qui sont une sub-division des activités couvertes au Chapitre 5 des *Lignes directrices du GIEC*. Ces activités font l'objet d'exigences plus précises en matière de définitions, présentation géographique, et notification des réservoirs de carbone et gaz à effet de serre, et les *Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le UTCATF* permettent de satisfaire ces exigences.

⁹ *GPG2000*, page 1.6.

¹⁰ Les catégories du Chapitre 5 sont les suivantes : Évolution du patrimoine forestier et des autres stocks de biomasse ligneuse (5A), Conversion des forêts et des prairies (5B), Abandon des terres exploitées (5C), Émissions et absorptions de CO₂ par les sols (5D) et Autres terres (5E).

¹¹ Rapport de SBSTA 15, FCCC/SBSTA/2001/8, paragraphe 29(b).

¹² *Lignes directrices du GIEC* (Manuel de référence), page 5.4.

1.5 STRUCTURE DU PRESENT DOCUMENT

Les chapitres ces *Recommandations* sont organisés comme suit :

Chapitre 1 Vue d'ensemble

Ce chapitre présente le mandat des *Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur UTCATF*, définit et décrit l'historique des *Recommandations en matière de bonnes pratiques* du GIEC et ses liens avec les *Lignes directrices du GIEC*, résume les conseils pratiques fournis aux organismes chargés des inventaires, et examine la pertinence politique.

Chapitre 2 Base d'une représentation cohérente des superficies terrestres

Les *Lignes directrices du GIEC* sont peu explicites pour ce qui est des méthodes d'estimation et des variations des superficies terrestres associées aux activités CATF. Concrètement, les pays utilisent un certain nombre de sources, y compris des données de recensement agricole, inventaires forestiers, et données obtenues par télé-détection, mais les organismes chargés de collecter les données n'utilisent pas toujours des définitions cohérentes. C'est pourquoi le Chapitre 2 contient des recommandations méthodologiques pour une représentation des superficies terrestres adaptée aux données disponibles. Il existe une distinction entre le terme « méthode » utilisé au Chapitre 2 et le terme « niveau » utilisé aux Chapitres 3 à 5. Les méthodes ne sont pas présentées hiérarchiquement, bien que les dispositions des Articles 3.3 et 3.4 du Protocole de Kyoto indiquent la nécessité de données spatiales supplémentaires si les Méthodes 1 ou 2 sont utilisées pour estimer et présenter ces activités. L'utilisation des méthodes, individuellement ou conjointement, contribuera à la fiabilité des estimations des superficies, et à la prévention du risque de double comptage ou d'omission.

Le chapitre examine six grandes catégories d'utilisation des terres, à savoir terres forestières, terres cultivées, prairies, zones humides, établissements, et autres terres, qui constituent la base d'une étude plus détaillée dans les chapitres suivants. Les terres non exploitées sont également prises en compte pour assurer la cohérence des estimations des superficies, bien que les estimations d'émissions et d'absorptions portent uniquement sur les terres exploitées, conformément aux *Lignes directrices du GIEC*.

Chapitre 3 Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur CATF

Le Chapitre 3 reprend les six grandes catégories d'utilisation des terres identifiées au Chapitre 2. Une terre peut rester dans une de ces catégories (prairies, par exemple) ou, suite à un changement d'affectation, peut passer dans une autre catégorie (conversion de forêts en terres cultivées, par exemple). Le Chapitre 3 contient des recommandations sur l'estimation des émissions et absorptions de CO₂ et de gaz à effet de serre sans CO₂ pour les deux cas de figure, en tenant compte des stocks de carbone moyens à long terme associés à des utilisations des terres spécifiques, et de la période d'ajustement au nouvel équilibre pour les stocks de carbone suite à un changement d'affectation des terres. Les recommandations du Chapitre 3 sont en conformité avec *GPG2000* pour ce qui est de l'estimation des émissions d'oxyde d'azote par les sols. Des diagrammes décisionnels facilitent le choix méthodologique en fonction des circonstances nationales. Des tableaux simples aident les pays à établir des liens avec les *Lignes directrices du GIEC*, et les *bonnes pratiques* pour les méthodes par défaut des *Lignes directrices du GIEC* sont clairement identifiées. Le chapitre contient également de courtes sections de récapitulation sur la conversion des forêts et des prairies ; ainsi que des appendices sur les zones humides et les établissements, pour lesquels les *Lignes directrices du GIEC* fournissent peu de recommandations, et sur les produits ligneux récoltés (PLR), qui restent à l'étude par la CCNUCC. Le statut des appendices est également examiné à la Section 1.7.

Chapitre 4 Méthodes supplémentaires et recommandations résultant du Protocole de Kyoto

Les activités anthropiques convenues à l'Article 3.3 du Protocole de Kyoto (boisement, reboisement et déboisement depuis 1990), et les activités que les Parties pourront choisir d'utiliser conformément à l'Article 3.4 (gestion des forêts, gestion des terres cultivées, gestion des pâturages, restauration du couvert végétal) présentent des exigences supplémentaires spécifiques concernant les limites temporelles et spatiales, l'identification des superficies, la prévention du double comptage, l'inclusion des bassins de carbone, et la prise en compte des possibilités de divergences de définitions entre les activités *UTCATF* conformément au Protocole de Kyoto et les catégories notifiées conformément à la CCNUCC. Ces exigences expliquent le besoin de données supplémentaires aux données d'inventaires. Le Chapitre 4 explique comment utiliser les méthodes décrites aux autres chapitres, et, dans certains cas, décrit des méthodes supplémentaires permettant de satisfaire ces exigences. Il contient également des conseils sur l'identification des limites des projets et des stratégies d'échantillonnage pour des activités de projets conformément aux Articles 6 et 12 du Protocole de Kyoto. Les recommandations en matière de *bonnes pratiques* pour des activités de projets pour le secteur UTCATF portent uniquement sur l'estimation des variations des stocks de carbone et les émissions et absorptions des gaz à effet de serre dans les limites du projet ; les questions liées à la non permanence, à l'additionnalité¹³, aux fuites, aux définitions de

¹³ Si les réductions d'émissions ou les absorptions sont en sus de celles qui se seraient produites en l'absence du projet.

référence ou aux effets socioéconomiques et environnementaux, ne sont pas étudiées, étant donné qu'elles sont encore à l'étude auprès du SBSTA¹⁴.

Chapitre 5 Questions communes

L'élaboration des inventaires est une activité qui exige de nombreuses ressources, ce qui peut amener les organismes chargés des inventaires à privilégier l'amélioration des estimations pour les catégories les plus importantes, en ce qui concerne leur contribution aux émissions et absorptions totales, et leur contribution à la tendance générale. Le Chapitre 5 présente des recommandations à ce propos, et applique le principe de catégorie clé du *GPG2000* aux puits. Il examine également l'assurance et le contrôle de la qualité, la reconstitution de données manquantes, la cohérence des séries temporelles, la collecte et l'analyse de données par échantillonnage, la quantification et la combinaison des incertitudes, et la vérification par comparaison avec d'autres inventaires nationaux, des ensembles de données compilés indépendamment, des méthodes de simulation et des mesures directes sur le terrain et/ou dans l'atmosphère.

Glossaire

Contient des définitions de termes techniques fréquemment utilisés dans les Recommandations.

1.6 UTILISATION DES RECOMMANDATIONS – CONSEILS PRATIQUES POUR LES ORGANISMES CHARGÉS DES INVENTAIRES ET AUTRES UTILISATEURS

Des conseils pratiques sur l'utilisation du présent document figurent ci-après. Ces conseils résument comment utiliser les recommandations pour l'élaboration des inventaires qui seront soumis à la CCNUCC, les étapes supplémentaires pertinentes pour les Parties présentant leurs données conformément aux Articles 3.3 et 3.4 du Protocole de Kyoto, et l'utilisation des recommandations pour des projets conformément aux Articles 6 et 12 du Protocole de Kyoto.

Préparation des inventaires conformément à la CCNUCC

Lors de la préparation d'un inventaire national des gaz à effet de serre pour le secteur *UTCATF* dans le cadre de la notification annuelle conformément à la CCNUCC, les organismes chargés de l'inventaire devront procéder conformément aux points 1 à 6 :

1. Utiliser les méthodes décrites au **Chapitre 2** (Base d'une représentation cohérente des superficies terrestres), individuellement ou conjointement, pour estimer les superficies pour chaque catégorie d'utilisation des terres pertinente au pays. Pour chaque catégorie d'utilisation des terres, les organismes chargés des inventaires devront non seulement se référer aux recommandations du Chapitre 2, mais également aux recommandations plus détaillées des Chapitres 3 et 4 sur le calcul d'estimations d'émissions et d'absorptions spécifiques et, s'il y a lieu, la notification des activités conformément au Protocole de Kyoto.
2. Suivre les *recommandations en matière de bonnes pratiques* du **Chapitre 3** (Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur CATF) pour estimer les émissions et absorptions des gaz à effet de serre pour chaque utilisation des terres, changement d'affectation des terres et bassin pertinent pour le pays. Les diagrammes décisionnels de ce chapitre facilitent le choix des niveaux méthodologiques. La structure par niveau utilisée dans les *Lignes directrices du GIEC* (Niveau 1, Niveau 2 et Niveau 3) est hiérarchique, le niveau supérieur reflétant une exactitude supérieure de la méthode et/ou du facteur d'émission et d'autres paramètres utilisés pour les estimations d'émissions et d'absorptions. Les catégories clés devront être identifiées conformément aux recommandations du **Chapitre 5** et les résultats pris en compte dans l'application des diagrammes décisionnels.
3. Au besoin, dans certains cas, collecter des données supplémentaires (si celles-ci sont nécessaires à l'application d'un niveau particulier) pour améliorer les facteurs d'émission, d'autres paramètres et des données d'activités.
4. Estimer les incertitudes à un niveau de confiance de 95 pour cent, à l'aide de recommandations sectorielles et des recommandations détaillées du **Chapitre 5**.
5. Présenter les émissions et les absorptions dans les tableaux de notification figurant au **Chapitre 3 Appendice 3A.2**, en tenant compte de toute modification apportée par le SBSTA¹⁵ et toute information supplémentaire spécifiée pour chaque catégorie.

¹⁴ Décision 17/CP.7 dans FCCC/CP/2001/13/Add.2.

¹⁵ Le SBSTA 18 a demandé au Secrétariat de la CCNUCC d'établir, en consultation avec le GIEC, un projet de cadre uniformisé de présentation des rapports, pour examen à sa prochaine session—voir paragraphe 2 de FCCC/SBSTA/2003/10.

6. Mettre en œuvre les procédures AQ/CQ, conformément aux recommandations générales du **Chapitre 5** et aux recommandations spécifiques pour chaque catégorie, y compris la documentation et l'archivage des données utilisées pour les estimations d'émissions et d'absorptions nationales.

Exigences du Protocole de Kyoto

Lors de la préparation de l'information supplémentaire pour les notifications annuelles des variations des stocks de carbone et des émissions et absorptions des gaz à effet de serre résultant des activités stipulées à l'Article 3.3 et à l'Article 3.4 du Protocole de Kyoto, les organismes chargés des inventaires devront également :

7. Évaluer dans quelle mesure les données collectées pour l'inventaire national existant (conformément aux points 1 à 6 ci-dessus) peuvent répondre aux exigences de données supplémentaires décrites dans les recommandations supplémentaires au **Chapitre 4** du présent rapport, compte tenu des choix nationaux pour les définitions et activités stipulées à l'Article 3.4, et des exigences en matière de situation géographique.
8. Suite à cette évaluation, collecter ou rassembler toute information supplémentaire nécessaire pour satisfaire aux exigences de données supplémentaires, à l'aide des recommandations du **Chapitre 4** et des références à d'autres chapitres.
9. Suivre les recommandations du **Chapitre 4** sur la notification et documentation pour présenter l'information supplémentaire dans le rapport d'inventaire national.

Les circonstances nationales détermineront l'ordre de compilation des données. On pourra, par exemple, commencer avec l'inventaire CCNUCC (avec les données spatiales supplémentaires requises aux termes du Protocole de Kyoto), puis utiliser ces données pour la notification conformément au Protocole de Kyoto, ou bien utiliser un système qui génère les données pour la notification conformément à la CCNUCC et au Protocole de Kyoto. L'ordre précis des points 1 à 6 et 7 à 9 est sans importance, à condition d'effectuer toutes les procédures.

Projets

Les participants aux projets, entités indépendantes et entités opérationnelles devront utiliser les recommandations du **Chapitre 4, Section 4.3**, selon les besoins, dans le contexte général des décisions pertinentes de la CDP, lors de la conception, validation et vérification des méthodes de mesure et de surveillance des variations des stocks de carbone et des gaz à effet de serre sans CO₂ associés aux activités de projets.

1.7 PERTINENCE POLITIQUE

La présente vue d'ensemble et les Chapitres 2, 3 et 5 sont pertinents pour tous les pays lors des estimations des émissions et absorptions pour le secteur UTCATF, qu'ils aient ratifié ou non le Protocole de Kyoto. Les deux premières sections du Chapitre 4 contiennent des informations complémentaires à celles des Chapitres 2, 3 et 5, qui ne sont pertinentes que pour les pays visés à l'Annexe I qui ont ratifié le Protocole de Kyoto. La Section 4.3 (Projets UTCATF) est pertinente pour tous les pays qui entreprendront des projets conformément aux Articles 6 ou 12 du Protocole de Kyoto.

Bien que de nombreuses catégories dans le secteur UTCATF soient bien établies et relativement faciles à estimer, UTCATF est un domaine complexe, et certains points sont encore à l'étude en ce qui concerne certaines catégories d'émissions/absorptions. En particulier :

- Le SBSTA a établi un processus politique sur la comptabilisation et la notification des produits ligneux récoltés (PLR) susceptible de donner lieu à des décisions par la CDP et/ou CDP/RDP¹⁶. Cependant, en dépit de l'adoption de l'hypothèse par défaut d'une absence d'augmentation des bassins PLR, les *Lignes directrices du GIEC* permettent l'inclusion des PLR dans les inventaires nationaux si un pays peut prouver l'augmentation à long terme des stocks de produits ligneux. C'est pourquoi des *recommandations en matière de bonnes pratiques* ont été établies pour le bassin PLR. Ces recommandations figurent dans un appendice, et non dans le texte principal, car cette question est encore à l'étude auprès du SBSTA. L'appendice ne contient pas de jugement quant aux futures décisions sur la notification et la comptabilisation.
- Les établissements et les zones humides sont des catégories d'utilisation des terres pour lesquelles les *Lignes directrices du GIEC* contenaient peu de recommandations méthodologiques, mais de nombreuses études scientifiques ont été réalisées depuis la présentation des *Lignes directrices* en 1996. Ceci s'applique également aux émissions de gaz sans CO₂ dues au drainage et à la ré-humidification des sols forestiers. Pour ces catégories et sources, le GIEC a décidé que des *Recommandations en matière de bonnes pratiques*

¹⁶ Les conclusions se rapportent aux émissions provenant des produits ligneux récoltés (Rapport de la quinzième session du SBSTA, qui s'est tenue à Marrakech du 29 octobre au 6 novembre 2001, paragraphe 29(m), page 14). La CDP/RDP est la Conférence des Parties à la CCNUCC fonctionnant en tant que Réunion des parties au Protocole de Kyoto.

reflétant l'état actuel des connaissances scientifiques devraient être développées, mais devraient être présentées dans un appendice pour indiquer leur caractère préliminaire. Le texte principal sur ces catégories contenait suffisamment de recommandations pour l'estimation de l'effet des conversions dans ces catégories au niveau de l'inventaire national.

Les pays ne sont pas tenus de présenter des estimations pour les catégories figurant dans des appendices, mais peuvent le faire s'ils le souhaitent. Le GIEC espère que cette méthode reflétera les contextes scientifiques et politiques prévalents, et fournira des informations utiles aux pays lors de la préparation des inventaires, tout en reconnaissant qu'il incombe à la CDP d'établir des directives générales pour la notification et la comptabilisation pour les inventaires dans le contexte de la CCNUCC.

- Les *Lignes directrices du GIEC* n'incluent pas explicitement les pertes dues aux perturbations naturelles dans les forêts gérées, bien que l'omission des effets de ces perturbations puisse entraîner une surestimation des absorptions de carbone calculées par la méthode préconisée par les *Directives*. C'est pour cela que les *Recommandations en matière de bonnes pratiques* contiennent des conseils sur leur prise en compte.

Aux fins de notifications conformément au Protocole de Kyoto, le Chapitre 4 a pour but de fournir une opérationnalisation scientifique, politiquement neutre, de l'accord de la CDP7 relatif à la notification annuelle¹⁷. Un jugement s'est quelquefois avéré nécessaire, en particulier :

- En ce qui concerne la question de l'identification géographique, la phrase *Le lieu géographique des limites des superficies qui englobent*¹⁸ est interprétée comme indiquant une méthode d'échantillonnage dans des limites géographiques, ou une énumération complète de superficies unitaires dans lesquelles les stocks de carbone et les émissions ou absorptions de gaz à effet de serre varient à la suite d'activités notifiées.
- L'utilisation du principe de *catégorie clé* et le choix méthodologique pour les activités stipulées aux Articles 3.3 et 3.4 ont été développés logiquement comme indiqué à la Section 1.3 ci-dessus, mais n'excluent pas la possibilité de pouvoir traiter toutes les activités stipulées aux Articles 3.3 ou 3.4 comme des catégories clés.
- Conformément aux *bonnes pratiques*, les activités stipulées à l'Article 3.4 doivent correspondre à l'utilisation des terres dominante ; mais dans certains cas (systèmes agro-forestiers, par exemple) les terres peuvent être classées dans la catégorie gestion des forêts (soumise à un plafonnement) ou dans la catégorie gestion des terres cultivées/pâturages (qui fait l'objet d'une comptabilisation net-net). Dans ce cas, les *Recommandations en matière de bonnes pratiques pour UTCATF* suggèrent l'adoption de critères nationaux applicables avec cohérence temporelle.
- La comptabilisation net-net exige une comparaison entre les émissions et les absorptions dues aux activités choisies pendant l'année de référence et la période d'engagement, et peut donc donner lieu à une comparaison de superficies différentes. Dans le cas de superficies variables, la méthode recommandée consisterait à adopter une superficie constante, ou à maintenir une superficie constante dans le temps, qui pourrait être la superficie pour l'année de référence – bien que cette troisième possibilité ferait intervenir des effets d'activités non couvertes par les Accords de Marrakech, et pourrait augmenter l'incertitude en rendant l'estimation plus complexe.

L'élaboration de la décision des Accords de Marrakech à ce sujet (ou à un autre sujet) incomberait à la CDP ; toutefois, le GIEC estime que les interprétations seraient acceptables en raison du processus d'examen et du fait que pendant toute la durée de la préparation du présent rapport, le GIEC a été en contact avec le processus de la Convention par le biais de communications officielles avec le SBSTA, de réunions auxiliaires et de la participation à des ateliers. Les *Recommandations en matière de bonnes pratiques pour UTCATF* sont une étape supplémentaire du programme permanent d'établissement d'inventaires du GIEC et contribueront également aux futures révisions des *Lignes directrices du GIEC*.

¹⁷ Les termes estimation, notification et comptabilisation ont des sens distincts. On entend par estimation le processus de calcul des émissions, et par notification le processus de communication des estimations à la CCNUCC. On entend par comptabilisation les règles pour la comparaison des émissions et des absorptions notifiées conformément aux engagements. *GPG2000* et le présent rapport couvrent l'estimation et la notification, mais non pas la comptabilisation, pour laquelle des règles détaillées ont été établies en vertu des Accords de Marrakech.

¹⁸ FCCC/CP/2001/13/Add.3, page 22, paragraphe 6(a).

BASE D'UNE REPRÉSENTATION COHÉRENTE DES SUPERFICIES TERRESTRES

AUTEURS ET REVISEURS

Auteurs principaux coordinateurs

Ronnie Milne (Royaume-Uni) et Bubu Pateh Jallow (Gambie)

Auteurs principaux

Dominique Arrouays (France), Peter Beets (Nouvelle-Zélande), Paul Drichi (Ouganda), Ismail Bin Harun (Malaysia), James Hrubovcak (États-Unis), Ted Huffman (Canada), William Irving (États-Unis), Michael Koehl (Allemagne), Erda Lin (Chine), Lennart Olsson (Suède), Jim Penman (États-Unis), Ryosuke Shibasaki (Japon), Brian Turner (Australie), Julio C. Vargas (Équateur) et Ernesto F. Viglizzo (Argentine).

Contributeur

Ralph Alig (États-Unis)

Réviseurs

Mike Apps (Canada) et Jose Domingo Miguez (Brésil)

Table des matières

2.1	INTRODUCTION	2.5
2.2	CATEGORIES D'UTILISATION DES TERRES	2.5
2.3	REPRESENTATION DES SUPERFICIES TERRESTRES	2.7
2.3.1	Introduction	2.7
2.3.2	Trois méthodes.....	2.7
2.3.2.1	Méthode 1 : Données de base sur l'utilisation des terres	2.7
2.3.2.2	Méthode 2 : Enquête sur l'utilisation des terres et le changement d'affectation des terres	2.9
2.3.2.3	Méthode 3 : Données spatialement explicites sur l'utilisation des terres.....	2.12
2.3.3	Utilisation des méthodes.....	2.14
2.3.4	Incertitudes associées aux méthodes.....	2.17
2.4	CREATION DE BASES DE DONNEES SUR L'UTILISATION DES TERRES	2.18
2.4.1	Utilisation de données établies à d'autres fins	2.18
2.4.2	Collecte de nouvelles données par échantillonnage.....	2.19
2.4.3	Collecte de nouvelles données dans les inventaires complets.....	2.19
2.4.4	Outils de collecte de données.....	2.19
2.4.4.1	Techniques de télédétection	2.19
2.4.4.2	Relevés de terrain.....	2.21
Appendice 2A.1 Exemples de méthodes dans les pays individuels		2.23
Appendice 2A.2 Exemples d'ensembles de données internationales sur la couverture terrestre		2.27
Références		2.29

Figures

Figure 2.3.1	Vue d'ensemble de la Méthode 3: Évaluations directes et répétées de l'utilisation des terres à partir d'une couverture spatiale complète	2.12
Figure 2.3.2	Diagramme décisionnel pour l'utilisation de données existantes avec les méthodes relatives aux superficies	2.15
Figure 2.3.3	Diagramme décisionnel pour le choix de méthode pour les superficies pour les pays ne possédant pas de données	2.16
Figure 2A.1.1	Stades d'élaboration des bases de données sur la couverture terrestre de la Nouvelle-Zélande	2.26

Tables

Tableau 2.3.1	Exemple of Méthode 1: Données disponibles sur l'utilisation des terres avec couverture territoriale complète	2.8
Tableau 2.3.2	Exemple indicatif de sub-division des données pour la Méthode 1	2.9
Tableau 2.3.3	Exemple indicatif de tabulation de toutes les transitions pour la Méthode 2 y compris des sous-catégories définies nationalement	2.10
Tableau 2.3.4	Exemple indicatif de données de Méthode 2 dans une matrice CAT avec sub-divisions des catégories.	2.11
Tableau 2.3.5	Matrice simplifiée de changement d'affectation des terres pour un exemple de Méthode 2	2.11
Tableau 2.3.6	Résumé des incertitudes liées aux Méthodes 1 à 3.	2.17
Tableau 2A.1.1	Matrice d'utilisation des terres et changement d'affectation des terres pour les États-Unis	2.23
Tableau 2A.1.2	Matrice d'utilisation des terres et changement d'affectation des terres pour l'Écosse entre 1984 et 1990	2.24

2.1 INTRODUCTION

L'estimation des stocks de carbone et des émissions et absorptions des gaz à effet de serre liées aux activités du secteur de l'utilisation des terres, changements d'affectation des terres et foresterie (UTCATF) fait appel à des données sur les superficies terrestres. Le présent chapitre contient des recommandations sur les choix méthodologiques appropriés pour l'identification et la représentation cohérente des superficies dans les calculs d'inventaires.

Dans la pratique, les pays collectent ces données à l'aide de diverses méthodes (recensements annuels, relevés périodiques, télédétection, etc.). Le Chapitre 2 présente des *recommandations en matière de bonnes pratiques* pour trois méthodes de représentation des superficies terrestres. Ces méthodes permettent d'obtenir les données sur les superficies spécifiées aux Chapitres 3 et 4 pour l'estimation et notification des inventaires des gaz à effet de serre pour diverses catégories de terres. Elles permettent également d'exploiter pleinement les données et modèles disponibles, et de prévenir, autant que possible, le risque de double comptage et d'omission dans les estimations. Avec ces méthodes, certaines superficies ne risquent plus de figurer dans plusieurs catégories ou d'être omises de l'inventaire. Les méthodes et recommandations du présent chapitre, sans prétendre être finales ou exhaustives, permettront aux responsables chargés des inventaires de prendre des décisions en connaissance de cause. Conformément aux *bonnes pratiques*, les méthodes utilisées pour la représentation des superficies terrestres doivent avoir les caractéristiques générales suivantes :

- Elles doivent être *adéquates*, c'est-à-dire capables de représenter les variations des stocks de carbone et les émissions et absorptions de gaz à effet de serre et leurs liens avec l'utilisation des terres et les changements d'affectation des terres.
- Elles doivent être *cohérentes*, c'est-à-dire capables de représenter la gestion et les changements d'affectation des terres avec une cohérence temporelle, sans être indûment affectées par des discontinuités artificielles dans les séries temporelles ou par les effets de l'interaction des données d'échantillonnage et des rotations ou des cycles d'utilisation des terres (cycle récolte-régénération en foresterie, ou cycles de gestion de l'intensité du travail du sol pour les terres cultivées, par exemple).
- Elles doivent être *complètes*, c'est-à-dire qu'elles doivent inclure la totalité des superficies terrestres d'un pays, avec, s'il y a lieu, équilibre entre les augmentations et les diminutions de superficies, et indiquer des sous-catégories terrestres utilisées pour l'estimation et la notification conformément aux définitions des Accords de Marrakech pour les parties au Protocole de Kyoto.
- Enfin, elles doivent être *transparentes*, c'est-à-dire que les sources de données, les définitions, les méthodologies et les hypothèses doivent être décrites avec précision.

2.2 CATEGORIES D'UTILISATION DES TERRES

Six grandes catégories¹ de terres sont décrites dans la présente section. Elles peuvent être considérées comme des catégories de niveau supérieur pour la représentation des superficies terrestres d'un pays. Ces catégories sont en conformité avec les *Lignes directrices du GIEC* et les Articles 3.3 et 3.4 du Protocole de Kyoto, et peuvent être sub-divisées comme indiqué aux Chapitres 3 et 4 du présent rapport. Elles sont suffisamment étendues pour permettre le classement de toutes les superficies terrestres dans la majorité des pays et la prise en compte des différences entre les systèmes de classification nationaux. Lors de l'utilisation des systèmes de classification nationaux, on devra veiller à leur cohérence temporelle. Les catégories devront être utilisées avec les méthodes décrites aux sections ultérieures du présent chapitre pour faciliter une estimation cohérente de l'utilisation des terres dans le temps. Pour autant, il n'est pas nécessaire d'estimer ou de notifier les variations des stocks de carbone ou les émissions et absorptions de gaz à effet de serre si cela n'est pas requis par les *Lignes directrices du GIEC* ou, pour certains pays, par les Accords de Marrakech².

Bien que les désignations de ces catégories associent la couverture terrestre (terres forestières, prairies, zones humides) et l'utilisation des terres (terres cultivées, établissements, etc.), pour des raisons pratiques, les catégories sont dites catégories d'utilisation des terres. Elles ont été choisies pour les raisons suivantes :

¹ En général, les catégories de base sont conformes aux travaux en cours sur l'harmonisation des définitions liées aux forêts par l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), le GIEC, l'Union internationale des instituts de recherches forestières (IUFRO) et le Centre pour la recherche forestière internationale (CIFOR) (FAO 2002), avec des définitions pour la foresterie et autres types d'utilisation des terres par le Service géologique des Etats-Unis (USGS (2001)), FAO (1986, 1995) décrites par le GIEC (2000), et avec les définitions adoptées pour l'utilisation des terres en vertu du Protocole de Kyoto et des Accords de Marrakech (FCCC/CP/2001/13/Add.1, p58).

² Les variations des stocks de carbone et les émissions de gaz à effet de serre des terres non exploitées ne font pas l'objet de notifications conformément aux *Lignes directrices du GIEC* ; toutefois, la notification devient nécessaire si des terres non exploitées sont converties en terres exploitées.

- Elles sont raisonnablement conformes aux *Lignes directrices du GIEC* ;
- Elles constituent une base solide pour l'estimation du carbone ;
- Elles sont raisonnablement cartographiables par télédétection ; et
- Elles sont complètes, en ceci que toutes les superficies terrestres devront être représentées dans les catégories.

Il convient d'être prudent pour ce qui est des suppositions de l'utilisation des terres à partir de ces catégories. Dans certains pays, par exemple, des superficies importantes dans la catégorie des terres forestières peuvent servir de pâturages, et il peut y avoir collecte de bois de feu provenant d'arbres disséminés dans des prairies. Ces superficies peuvent être assez importantes pour que les pays les étudient séparément, auquel cas, conformément aux *bonnes pratiques*, ces catégories supplémentaires doivent être des sous-catégories des grandes catégories suggérées et on doit veiller à la représentation de la totalité des superficies terrestres.

Les pays utiliseront leurs propres définitions de ces catégories, lesquelles pourront, naturellement, refléter des définitions acceptées au plan international, comme celles de la FAO, Ramsar, etc. C'est pour cela qu'à l'exception de descriptions générales, le présent document ne donne pas de définitions. Les terres exploitées peuvent être différenciées des terres non-exploitées non seulement par la notion de production, mais également par des fonctions écologiques et sociales. Les définitions détaillées et la méthode adoptée pour différencier les terres exploitées et non-exploitées devront être décrites avec transparence.

Les grandes catégories de terres utilisées pour la préparation des inventaires des gaz à effet de serre (GES) sont :

(i) Terres forestières : Cette catégorie inclut toutes les terres à végétation ligneuse correspondant aux seuils utilisés dans la définition des terres forestières dans l'inventaire national des gaz à effet de serre, sub-divisées au niveau national en terres exploitées et non exploitées, et par type d'écosystème comme spécifié par les *Directives du GIEC*³. Elle inclut également des terres dont la végétation est actuellement inférieure aux seuils de la catégorie des terres forestières, mais qui devrait les dépasser.

(ii) Terres cultivées : Cette catégorie inclut les terres arables et labourables, et les systèmes agro-forestiers dont la végétation est inférieure aux seuils de la catégorie des terres forestières, conformément aux définitions nationales.

(iii) Prairies : Cette catégorie inclut les parcours et les grands pâturages libres qui ne sont pas considérés comme des terres cultivées. Elle inclut également des systèmes dont la végétation est inférieure aux seuils de la catégorie des terres forestières, et qui ne devrait pas dépasser, sans intervention humaine, les seuils utilisés pour la catégorie des terres forestières. Elle inclut également toutes les prairies, depuis les terrains en friche jusqu'aux espaces récréatifs, ainsi que les systèmes agricoles et sylvo-pastoraux, sub-divisés en terres exploitées et non exploitées, conformément aux définitions nationales.

(iv) Zones humides : Cette catégorie inclut les terres couvertes d'eau ou saturées pendant la totalité ou une partie de l'année (tourbières, etc.) et qui n'entrent pas dans les catégories des terres forestières, terres cultivées, prairies ou établissements. Elle peut être sub-divisée en terres exploitées et non exploitées, conformément aux définitions nationales. Elle inclut les bassins en tant que sub-division exploitée et les fleuves et lacs naturels en tant que sub-divisions non exploitées.

(v) Établissements : Cette catégorie inclut toutes les terres développées, y compris l'infrastructure des transports et les établissements humains de toutes dimensions, sauf s'ils sont déjà inclus dans d'autres catégories. Elle doit être conforme aux définitions nationales.

(vi) Autres terres⁴ : Cette catégorie inclut les sols dénudés, les roches, les glaces et toutes les superficies terrestres non exploitées qui ne figurent pas dans une des cinq autres catégories. Elle permet de faire correspondre la totalité des superficies terrestres identifiées à la superficie nationale, lorsque des données sont disponibles.

Lors de l'utilisation de ces catégories, les organismes chargés des inventaires devront classer les terres dans une catégorie seulement, pour prévenir le risque de double comptage. Si un système de classification national ne correspond pas aux catégories (i) à (vi) susmentionnées, les *bonnes pratiques* consistent à grouper ou diviser les catégories du système national afin de pouvoir utiliser les catégories susmentionnées, en documentant la procédure adoptée. De même, il est recommandé de fournir des définitions nationales pour toutes les catégories utilisées dans l'inventaire et d'indiquer les seuils ou les paramètres utilisés dans les définitions. Lors de la création ou modification de systèmes nationaux de classification des terres, conformément aux *bonnes pratiques*, on vérifiera leur compatibilité avec les catégories d'utilisation des terres (i) à (vi).

Les grandes catégories susmentionnées constituent une structure qui permettra une sub-division ultérieure par activité, mode de gestion, zone climatique et type d'écosystème selon les besoins, nécessaire à la mise en oeuvre de méthodes d'évaluation des variations des stocks de carbone et des émissions et absorptions de gaz à effet de serre décrites au Chapitre 3 (Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur CATF) et au

³ La gestion des forêts a une signification particulière aux termes des Accords de Marrakech, et peut nécessiter une sub-division de la forêt gérée comme décrit au Chapitre 4.

⁴ Les bassins de carbone ne devront pas être évalués pour cette catégorie, mais sont inclus pour la vérification de la cohérence générale de la superficie.

Chapitre 4 (Méthodes supplémentaires et recommandations en matière de bonnes pratiques résultant du Protocole de Kyoto) ; elles permettent une comparaison avec les catégories 5A à 5E des *Lignes directrices du GIEC*. La Section 3.1.2 et le Tableau 3.1.1 (Correspondance entre les sections du Chapitre 5 des *Lignes directrices du GIEC* et les sections du Chapitre 3 du présent rapport) décrivent comment établir des liens entre la structure méthodologique décrite dans le présent rapport et celle des *Lignes directrices du GIEC*.

2.3 REPRÉSENTATION DES SUPERFICIES TERRESTRES

2.3.1 Introduction

Cette section décrit trois méthodes de représentation des superficies terrestres basées sur les grandes catégories définies précédemment et présentées ci-dessous par ordre de données croissant. La Méthode 1 identifie la superficie totale pour chaque catégorie d'utilisation des terres, mais ne fournit pas d'informations détaillées sur les variations de superficies entre les catégories, et n'est spatialement explicite qu'au niveau national ou régional. La Méthode 2 permet de suivre l'évolution des changements d'affectation des terres entre les catégories. La Méthode 3 complète la Méthode 2 et permet de suivre l'évolution des changements d'affectation des terres sur une base spatiale.

Les méthodes ne sont pas présentées hiérarchiquement et ne s'excluent pas mutuellement ; l'ensemble des méthodes choisies par l'organisme chargé des inventaires devra refléter les calculs nécessaires et les circonstances nationales. Une méthode pourra être appliquée uniformément à toutes les superficies et à toutes les catégories d'utilisation des terres dans un pays, ou bien plusieurs méthodes pourront être appliquées à différentes régions ou catégories ou à différents intervalles temporels. Dans tous les cas, conformément aux *bonnes pratiques*, on devra caractériser et comptabiliser toutes les superficies terrestres du pays. Le respect des *bonnes pratiques* lors de la mise en oeuvre de ces méthodes améliorera l'exactitude et la précision de l'estimation des superficies de l'inventaire. Des diagrammes décisionnels facilitant le choix d'une ou de plusieurs méthodes appropriées figurent à la Section 2.3.3 (Utilisation des Méthodes).

Toutes les méthodes exigent la collecte de données pour l'estimation des tendances historiques de l'utilisation des terres, tendances qui sont nécessaires pour les méthodes d'inventaire décrites dans les *Lignes directrices du GIEC* et aux Chapitres 3 et 4 du présent rapport. Le volume des données historiques requises sera basé sur le temps nécessaire au carbone stocké pour atteindre l'équilibre (en général vingt ans dans les méthodes par défaut du GIEC, mais plus pour les climats tempérés et boréaux). Si on dispose de données indépendantes, les *bonnes pratiques* consistent à vérifier les estimations par interpolation ou extrapolation à l'aide des méthodes décrites au Chapitre 5, Section 5.7 du présent rapport. Toutes les méthodes peuvent fournir des données pour les calculs des incertitudes décrits au Chapitre 5 (Questions communes).

Un exemple hypothétique, avec description, est présenté ci-dessous pour chaque méthode, et des exemples réels figurent à l'Appendice 2A.1.

2.3.2 Trois méthodes

2.3.2.1 METHODE 1: DONNEES DE BASE SUR L'UTILISATION DES TERRES

La Méthode 1 est probablement la méthode utilisée le plus fréquemment pour les estimations d'émissions et absorptions pour les catégories 5A-5E des *Lignes directrices du GIEC*. Elle fait appel à des ensembles de données sur les superficies probablement établis à d'autres fins (statistiques forestières ou agricoles, par exemple). Souvent, plusieurs ensembles de données sont associés pour couvrir toutes les classifications terrestres et les régions d'un pays. L'absence d'un système de données unifié peut donner lieu à des doubles comptages ou à des omissions, car les organismes chargés des inventaires peuvent utiliser des définitions différentes pour une utilisation des terres spécifique lors de l'établissement de leurs bases de données. Le présent rapport contient des recommandations pour prévenir ce risque. La couverture doit être suffisamment large pour inclure toutes les terres affectées par les activités décrites au Chapitre 5 des *Lignes directrices du GIEC*, sans toutefois s'étendre à des catégories telles que les écosystèmes non exploités, les zones humides ou les établissements.

Lors de la mise en oeuvre de la Méthode 1, les *bonnes pratiques* consistent à :

- Harmoniser les définitions entre les bases de données indépendantes, ainsi qu'entre les grandes catégories d'utilisation des terres de la Section 2.2 (Catégories d'utilisation des terres) pour réduire le risque d'omission et de double comptage. Il peut y avoir double comptage, par exemple, si les zones arborées sur des exploitations agricoles sont incluses dans des ensembles de données forestières et agricoles. A des fins d'harmonisation des données, les zones arborées ne devront être comptées qu'une seule fois pour l'inventaire des gaz à effet de serre, en tenant compte des définitions nationales adoptées pour les forêts. Les organismes chargés des relevés doivent signaler les risques de double comptage. Toutefois, l'harmonisation des définitions ne signifie pas l'obligation pour les organismes de renoncer aux définitions qui leur sont utiles. Les *bonnes pratiques* consistent à établir des liens entre les définitions utilisées et l'objectif d'élimination du double comptage et d'omission, et ceci pour tout l'ensemble de données afin d'assurer la cohérence des séries temporelles.

- S'assurer que les catégories d'utilisation des terres utilisées peuvent identifier toutes les activités pertinentes. Par exemple, si un pays doit étudier une utilisation des terres, telle que la gestion des forêts, le système de classification doit pouvoir distinguer entre les zones forestières gérées et non gérées.
- S'assurer que les méthodes d'acquisition des données sont fiables, bien documentées au plan méthodologique, opportunes, à une échelle appropriée et utilisent des sources fiables. L'utilisation de relevés, pouvant être associés aux définitions harmonisées, peut assurer cette fiabilité. Des relevés de terrains peuvent être vérifiés par rapport à des sources de données indépendantes et seront nécessaires pour vérifier l'exactitude des données télédéteectées, le cas échéant (Voir Chapitre 5.7, Vérification). Des ensembles de données internationales sont également disponibles à des fins de contre-vérification (voir Appendice 2A.2).
- S'assurer de l'application cohérente des définitions des catégories pour les périodes temporelles. Par exemple, les pays devront vérifier si, avec le temps, la définition des forêts a changé pour ce qui est du couvert forestier et autres seuils. S'il y a eu des changements, conformément aux *bonnes pratiques*, les données devront être corrigées par l'analyse rétrospective décrite au Chapitre 5 du présent rapport pour assurer la cohérence des séries temporelles, et toutes les mesures prises devront être documentées.
- Estimer l'incertitude pour les catégories de terres et les variations de superficies qui seront utilisées dans l'estimation des variations des stocks de carbone, des émissions et absorptions (voir Chapitre 5 Section 5.3.4.1).
- Évaluer si la somme des superficies dans les bases de données de classification des terres correspond à la superficie territoriale totale, compte tenu du niveau d'incertitude des données. Si la couverture est complète, la somme nette de toutes les variations entre deux périodes temporelles doit être nulle, dans la limite des incertitudes en jeu. Si la couverture est incomplète, la différence entre la superficie couverte et la superficie territoriale devra être stable ou varier lentement dans le temps, dans les limites des incertitudes en jeu. Si le terme d'équilibrage varie rapidement, ou (dans le cas d'une couverture complète) s'il n'y a pas égalité des sommes, les *bonnes pratiques* consistent à rechercher, expliquer et apporter les corrections nécessaires. Ces vérifications de la superficie totale devront tenir compte des incertitudes prévues au niveau des relevés ou recensements annuels ou périodiques en jeu. Les organismes chargés des relevés pourront fournir des informations sur les incertitudes prévues. En général, il y aura des différences entre les sommes des superficies comptabilisées par les données disponibles et la superficie nationale. Conformément aux *bonnes pratiques*, on s'efforcera d'expliquer les causes probables de ces différences. Les variations des stocks de carbone et les émissions et absorptions de gaz à effet de serre indiquées par la variation de ces différences dans le temps peuvent être dus à des changements d'affectation des terres et devront peut-être être comptabilisés dans l'inventaire des gaz à effet de serre comme requis par les méthodes décrites aux Chapitres 3 et 4.

Les Tableaux 2.3.1 et 2.3.2 présentent des données récapitulatives sur les superficies pour un pays hypothétique (superficie totale 140 Mha), avec des classifications des terres pertinentes localement. Le Tableau 2.3.1 est établi au niveau des catégories (i) à (vi) et le Tableau 2.3.2 contient la même information, avec des exemples de subdivisions pour l'estimation des effets d'activités, associés aux méthodes du Chapitre 3. Le Tableau 2.3.2 indique également comment localiser les méthodes d'inventaires au Chapitre 3. Les *bonnes pratiques* consistent à établir des tableaux semblables aux Tableaux 2.3.1 ou 2.3.2 dans le cadre des procédures d'assurance de la qualité et du contrôle de la qualité (AQ/CQ) décrites au Chapitre 5.

TABLEAU 2.3.1		
EXEMPLE DE METHODE 1:		
DONNEES DISPONIBLES SUR L'UTILISATION DES TERRES AVEC COUVERTURE TERRITORIALE COMPLETE		
Point temporel 1	Point temporel 2	Changement d'affectation des terres entre Point temporel 1 et Point temporel 2
TF = 18	TF = 19	Terres forestières = +1
P = 84	P = 82	Prairies = -2
TC = 31	TC = 29	Terres cultivées = -2
ZH = 0	ZH = 0	Zones humides = 0
E = 5	E = 8	Établissements = +3
AT = 2	AT = 2	Autres terres = 0
<i>Total</i> = 140	<i>Total</i> = 140	<i>Total</i> = 0

Remarque : TF = Terres forestières, P = Prairies, TC = Terres cultivées, ZH = Zones humides, E = Établissements, AT = Autres terres. Les chiffres représentent des unités de surface (Mha dans cet exemple).

TABLEAU 2.3.2
EXEMPLE INDICATIF DE SUB-DIVISION DES DONNEES POUR LA METHODE 1

Catégorie d'utilisation des terres Sous-catégorie d'utilisation des terres	Superficie initiale Mha	Superficie finale Mha	Variation nette de superficie Mha	Recommandations en matière de bonnes pratiques Numéro de section des méthodes au Chapitre 3 du présent rapport	Commentaire sur la sub-division par activité (à titre indicatif seulement)
Total des terres forestières	18	19	1		
Terres forestières (Non gérées)	5	5	0		Non incluses dans les estimations de l'inventaire
Zone A de terres forestières (avec déboisement)	7	4	-3	3.2.1/3.4.2/3.6	
Zone B de terres forestières	6	6	0	3.2.1	Pas CAT. Peut nécessiter une sub-division, par type de gestion, etc.
Boisement	0	4	4	3.2.2	Peut nécessiter une sub-division, par type d'écosystème, par exemple
Total des prairies	84	82	-2		
Prairies non améliorées	65	63	-2	3.4.1/3.2.2/3.6	Une diminution de superficie indique un CAT. Peut nécessiter une sub-division, par type de gestion, etc.
Prairies améliorées	19	19	0	3.4.1	Pas CAT. Peut nécessiter une sub-division par type de gestion, etc.
Total des terres cultivées	31	29	-2		
Toutes les terres cultivées	31	29	-2	3.3.1/3.2.2/3.6	Une diminution de superficie indique une CAT. Peut nécessiter une sub-division par type de gestion, etc.
Total des zones humides	0	0	0		
Total des établissements	5	8	3		
Établissements existants	5	5	0	3.6	
Nouveaux établissements	0	3	3	3.6	
Total des Autres terres	2	2	0	3.7.1	Non gérées- Non inclus dans les estimations de l'inventaire.
Terme d'équilibre	0	0	0		
TOTAL	140	140	0		

Remarques: « Initiale » représente la catégorie à une date antérieure à la date de l'évaluation et « finale » représente la catégorie à la date de l'évaluation. Les activités pour lesquelles il n'y a pas de données d'emplacement devront être identifiées en sub-divisionnant une catégorie de terres appropriée.

Pour chaque catégorie, le calcul de la superficie ayant fait l'objet d'un changement d'affectation des terres est basé sur la différence de superficie pour deux points temporels, avec couverture terrestre partielle ou totale. La Méthode 1 ne permet pas de spécifier les variations entre les catégories, sauf si on dispose de données supplémentaires (ce qui ferait aussi intervenir la Méthode 2). Les données sur l'utilisation des terres peuvent provenir initialement de relevés-échantillons, cartes ou recensements (relevés par les propriétaires fonciers), mais ne seront probablement pas spatialement explicites⁵ sous la forme utilisée. La somme de toutes les catégories d'utilisation des terres peut ne pas correspondre à la superficie totale du pays ou de la région étudiés, et le résultat net des changements d'affectation des terres peut ne pas être égal à zéro. Avec cette méthode, le résultat final est un tableau d'utilisation des terres pour des points temporels donnés.

2.3.2.2 METHODE 2: ENQUETE SUR L'UTILISATION DES TERRES ET LE CHANGEMENT D'AFFECTION DES TERRES

La Méthode 2 a pour caractéristique essentielle le fait de fournir une évaluation nationale ou régionale non seulement des diminutions ou augmentations des superficies pour des catégories de terres spécifiques, mais également de la nature de ces changements (conversions inter-catégories). Cette méthode offre plus d'informations sur les changements inter-catégories. En général, cette étude explicite des changements d'affectation des terres exige une estimation des catégories d'utilisation des terres initiale et finale, ainsi que de la superficie totale des

⁵ Lorsqu'on envisage l'utilisation de la Méthode 2 ou 3, il est utile de s'informer auprès des organismes chargés de la collecte des données pour savoir si les sources de données initiales contiennent des données spatialement explicites. Les inventaires forestiers, par exemple, sont souvent établis à partir de sources de données spatialement explicites.

terres inchangées par catégorie. Le résultat final peut être présenté sous forme de matrice de changement d'affectation des terres, qui n'est pas spatialement explicite. La matrice offre un format compact pour la représentation des superficies ayant fait l'objet de transitions entre toutes les catégories d'utilisation des terres. Avec cette méthode, on pourra utiliser des bases de données existantes sur l'utilisation des terres contenant suffisamment de données, ou collecter des données par échantillonnage. Les données d'entrées peuvent ou non avoir été spatialement explicites initialement (à savoir, cartographiées ou référencées géographiquement). Des données d'échantillon seront extrapolées à l'aide du rapport avec la superficie totale ou la population totale pertinente. Les données nécessiteront de nouveaux relevés périodiques d'un échantillon de sites statistiquement et spatialement valides choisis conformément aux principes décrits à la Section 5.3 (Échantillonnage) du Chapitre 5.

La Méthode 2 nécessite plus de données que la Méthode 1 mais permet la comptabilisation de toutes les transitions d'utilisation des terres. Par conséquent, le choix des facteurs d'émission et d'absorption ou les paramètres pour les taux de variation du carbone peut refléter les différences des taux de variation du carbone dans les sens opposés des transitions entre deux catégories, et les différences des stocks de carbone initiaux associés aux utilisations des terres peuvent être prises en compte. Par exemple, en général, avec le labourage des terres, le taux de perte de carbone organique des sols sera plus élevé que le taux de ré-accumulation si la culture est abandonnée par la suite, et les stocks de carbone initiaux pourront être moins importants pour des transitions à partir de terres cultivées que de pâturages.

Les points relatifs aux *bonnes pratiques* décrits pour la Méthode 1 s'appliquent également à la Méthode 2, mais de façon beaucoup plus détaillée, car on dispose de données sur le type de changement d'affectation des terres, et non pas uniquement de données nettes sur les conversions pour les catégories ou sous-catégories.

La Méthode 2 est illustrée au Tableau 2.3.3, avec les données de l'exemple utilisé pour la Méthode 1 (Tableau 2.3.2) ainsi que des données sur toutes les transitions en cours. Ces données peuvent être présentées sous forme de matrice (Tableau 2.3.4). Pour illustrer la valeur ajoutée de la Méthode 2 et le format de la matrice de changement d'affectation des terres, les données du Tableau 2.3.4 sont présentées au Tableau 2.3.5 sans sub-division des catégories ; on peut ensuite comparer ces données aux informations plus limitées obtenues avec la Méthode 1 au Tableau 2.3.1. Le Tableau 2.3.5 permet de suivre les conversions inter-catégories, alors que le Tableau 2.3.1 ne permet de suivre que les variations nettes au sein d'une grande catégorie. Lors de l'utilisation de la Méthode 2, conformément aux bonnes pratiques, il est recommandé d'établir un tableau semblable au Tableau 2.3.4 ou 2.3.5 dans le cadre des procédures AQ/CQ décrites au Chapitre 5.

Utilisation des terres initiale	Utilisation des terres finale	Superficie Mha	Recommandations en matière de bonnes pratiques : N° de section des méthodes au Chapitre 3 du présent rapport
Terres forestières (non gérées)	Terres forestières (non gérées)	5	Excluses de l'inventaire GES
Terres forestières (gérées)	Terres forestières (gérées)	10	3.2.1
	<i>(Zone forestière A Table 2.3.2)</i>	4	
	<i>(Zone forestière B Table 2.3.2)</i>	6	
Terres forestières (gérées)	Prairies (pacage)	2	3.4.2
Terres forestières (non gérées)	Établissements	1	3.6
Prairies (pacage)	Prairies (pacage)	56	3.4.1
Prairies (pacage)	Prairies (améliorées)	2	3.4.1
Prairies (pacage)	Terres forestières (gérées)	1	3.2.2
Prairies (pacage)	Établissements	1	3.6
Prairies (améliorées)	Prairies (améliorées)	22	3.4.1
Prairies (améliorées)	Terres forestières (gérées)	2	3.2.2
Terres cultivées	Terres cultivées	29	3.3.1
Terres cultivées	Terres forestières (gérées)	1	3.2.2
Terres cultivées	Établissements	1	3.6
Zones humides	Zones humides	0	
Établissements	Établissements	5	3.6
Autres terres	Autres terres	2	Excluses de l'inventaire GES
TOTAL		140	

Remarque : Les données sont une version sub-divisée des données du Tableau 2.3.2. Les sous-catégories sont définies au niveau national et ne figurent qu'à titre illustratif. « Initiale » représente la catégorie à une date antérieure à la date de l'évaluation et « finale » représente la catégorie à la date de l'évaluation.

TABLEAU 2.3.4
EXEMPLE ILLUSTRATIF DE DONNEES DE METHODE 2 DANS UNE MATRICE CAT AVEC SUB-DIVISIONS DES CATEGORIES

Finale	Initiale	Terres forestières (non gérées)	Terres forestières (gérées)	Prairies (pacage)	Prairies (améliorées)	Terres cultivées	Zones humides	Établissements	Autres terres	Superficie finale
Terres forestières (non gérées)		5								5
Terres forestières (gérées)			10	1	2	1				14
Prairies (pacage)			2	56						58
Prairies (améliorées)				2	22					24
Terres cultivées						29				29
Zones humides							0			0
Établissements			1	1		1		5		8
Autres terres									2	2
Superficie initiale		5	13	60	24	31	0	5	2	140
Changement NET		0	+1	-2	0	-2	0	+3	0	0

Remarque : Les totaux des colonnes et des lignes indiquent les changements nets d'affectation des terres tels qu'ils sont présentés au Tableau 2.3.2, mais sub-divisés en sous-catégories nationales comme au Tableau 2.3.3. « Initiale » représente la catégorie à une date antérieure à la date de l'évaluation et « finale » représente la catégorie à la date de l'évaluation. Les changements nets (ligne inférieure) sont la superficie finale moins la superficie initiale pour chaque (sous)-catégorie indiquée en tête de la colonne correspondante. Une absence de données indique une absence de changement d'affectation des terres pour cette transition.

TABLEAU 2.3.5
MATRICE SIMPLIFIEE DE CHANGEMENT D'AFFECTION DES TERRES POUR UN EXEMPLE DE METHODE 2

Matrice de changement d'affectation des terres								
Final	Initiale	TF	P	TC	ZH	E	AT	Somme finale
TF		15	3	1				19
P		2	80					82
TC				29				29
ZH								
E		1	1	1		5		8
AT							2	2
Somme initiale		18	84	31		5	2	140

Remarque :
 TF = Terres forestières, P = Prairies, TC = Terres cultivées, ZH = Zones humides,
 E = Établissements, AT = Autres terres
 Les chiffres représentent des unités de surface (Mha dans cet exemple).
 Il n'y a pas de zones humides dans cet exemple. Une absence de données indique l'absence de changements d'affectation des terres.

Avec cette méthode, un grand nombre de pays devront utiliser d'autres sub-divisions, par exemple par espèces forestières ou combinaisons d'espèces et de type de sol, pour obtenir des données sur les superficies nécessaires pour estimer les variations des stocks de carbone, conformément aux recommandations du Chapitre 3. Le Tableau 2.3.3 présente des sub-divisions possibles, et renvoie à des recommandations méthodologiques sur des utilisations des terres ou des transitions spécifiques dans le Chapitre 3.

2.3.2.3 METHODE 3 : DONNEES SPATIALEMENT EXPLICITES SUR L'UTILISATION DES TERRES

La Méthode 3 (résumée à la Figure 2.3.1) exige des données spatialement explicites sur l'utilisation et le changement d'affectation des terres. Ces données peuvent être obtenues par échantillonnage de points géographiques, par énumération complète (cartographie complète), ou une combinaison des deux.

Théoriquement, la Méthode 3 est complète et relativement simple, mais exige un volume de données considérable. La zone ciblée est sub-divisée en unités spatiales, telles que des mailles ou des polygones appropriés pour l'échelle de la variation de l'utilisation des terres et la taille de l'unité requise pour un échantillonnage ou pour une énumération complète. L'utilisation des unités spatiales doit être temporellement cohérente pour prévenir l'introduction de biais dans l'échantillonnage. Les unités spatiales devront être échantillonnées à l'aide de données cartographiques existantes (le plus souvent dans le cadre d'un Système d'information géographique (SIG)) et/ou sur le terrain ; les utilisations des terres devront être observées ou déduites et enregistrées aux intervalles requis par les méthodes décrites au Chapitre 3 ou 4. Dans le cas de l'utilisation d'une cartographie complète, on peut utiliser une méthode basée sur les polygones au lieu d'une méthode basée sur une grille, voir Figure 2.3.1. Les données peuvent être obtenues par télédétection, visites sur place, entretiens en personne ou questionnaires. Les unités d'échantillonnage peuvent être des points ou des surfaces entre 0,1 ha et un kilomètre carré ou plus, selon le type d'échantillonnage. Les unités peuvent être échantillonnées statistiquement à des intervalles moins fréquents que ceux utilisés pour la couverture complète, choisies à intervalles réguliers ou irréguliers, et peuvent être concentrées dans des zones où l'on prévoit des changements d'affectation des terres. Les données enregistrées peuvent être une utilisation des terres ponctuelle ou pour une unité d'échantillonnage, mais peuvent aussi inclure des données sur le changement d'affectation des terres pour une unité d'échantillonnage entre les années d'échantillonnage.

Une application efficace de la Méthode 3 exige un échantillonnage suffisant pour permettre une interpolation spatiale et la création d'une carte d'utilisation des terres. Les méthodes d'échantillonnage et les incertitudes associées sont examinées dans la section sur l'échantillonnage au Chapitre 5 (Section 5.3). Toutes les activités UTCATF pour chaque unité spatiale ou ensemble d'unités sont ensuite étudiées dans le temps (périodiquement, mais pas nécessairement annuellement) et enregistrées individuellement, en général dans le cadre d'un SIG. Étant donné que la Méthode 3 est semblable à la Méthode 2, un Tableau récapitulatif 2.3.4 ou 2.3.5, semblable à ceux décrits pour la Méthode 2, devra être établi pour cette méthode, conformément aux procédures AQ/CQ décrites au Chapitre 5.

Figure 2.3.1 Vue d'ensemble de la Méthode 3: Évaluations directes et répétées de l'utilisation des terres à partir d'une couverture spatiale complète

Description

Avec la Méthode 3, le pays est divisé en parcelles spatiales telles que des mailles ou des petits polygones. Dans cet exemple, les mailles sont utilisées pour sub-diviser la zone. Les mailles sont échantillonnées par télédétection et relevés de terrain afin d'établir les zones terrestres dont l'étendue estimée est représentée par les lignes grises sous la grille. La télédétection permet d'obtenir une couverture complète de toutes les mailles (Figure 2.3.1A) dans l'interprétation de l'utilisation des terres. Les relevés de terrain sont menés dans un échantillon de mailles et peuvent être utilisées pour établir l'utilisation des terres directement, mais aussi pour aider à interpréter les données télédétections. L'échantillon de mailles peut être distribué de manière régulière (Figure 2.3.1B) ou irrégulière (Figure 2.3.1C), par exemple, pour obtenir une meilleure couverture dans les zones où les CAT sont plus probables. On peut préparer des cartes en utilisant les mailles, qui peuvent elles-mêmes également être agrégées en polygones (Figure 2.3.1D). Le résultat final de la méthode est une matrice de changements de l'utilisation des terres spatialement explicite.

Figure 2.3.1A

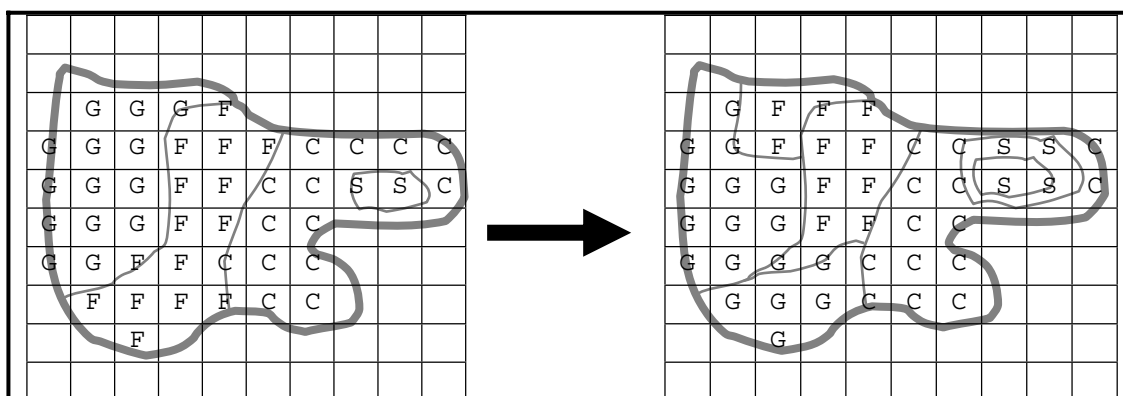


Figure 2.3.1.B

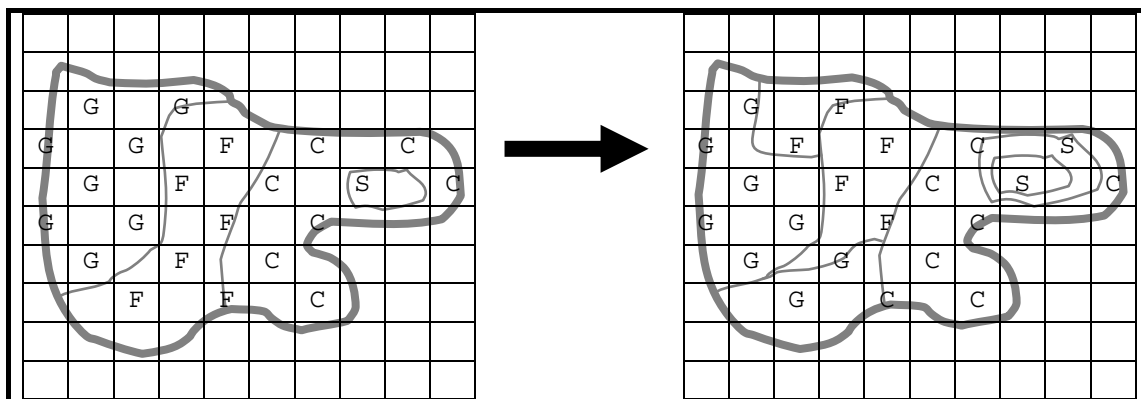


Figure 2.3.1C

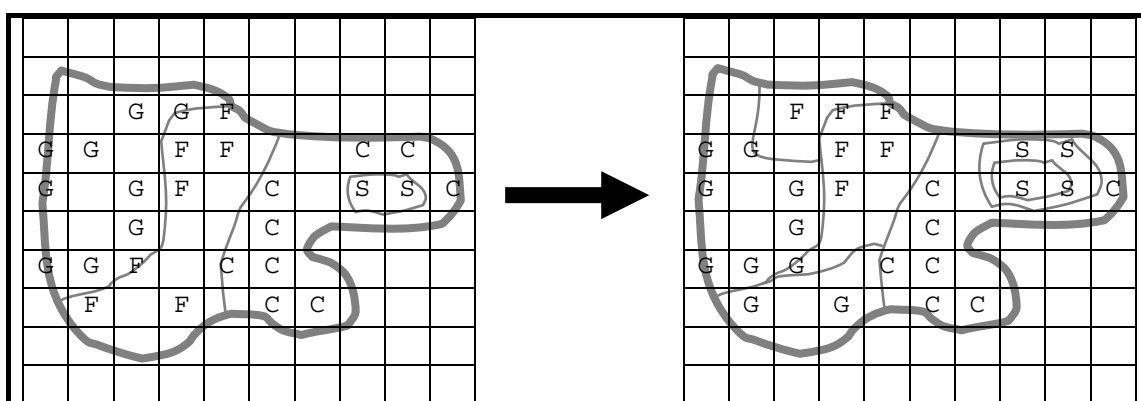
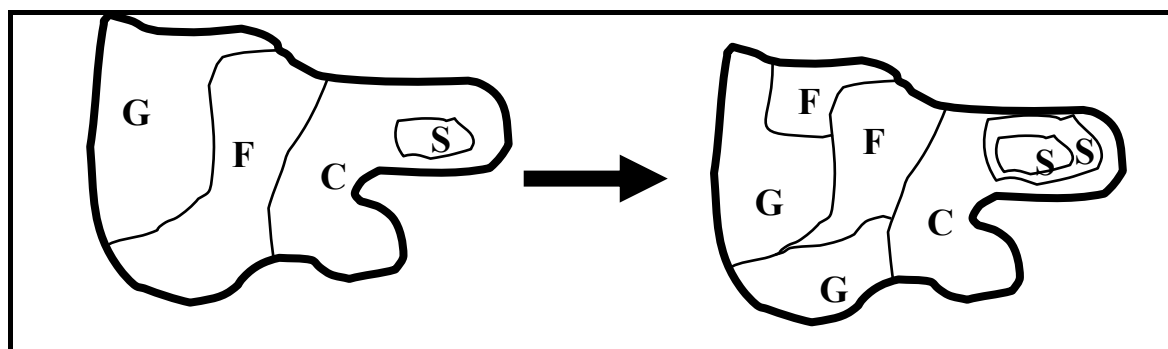


Figure 2.3.1D



Remarque : TF = Terres forestières, P = Prairies, TC = Terres cultivées, ZH = Zones humides, E = Établissements, AT = Autres terres.

Des données, utilisant une grille de mailles ou des polygones, à une échelle fine, peuvent représenter directement des parcelles ayant fait l'objet de boisement, reboisement ou déboisement conformément à l'Article 3.3. Des données maillées peuvent être obtenues par télédétection et seront en général combinées à des données cartographiées auxiliaires (inventaires forestiers, cartes des sols, etc.) pour améliorer l'exactitude de la classification de l'utilisation des terres. L'élaboration de modèles associant des données télédétectées et des données de réalité de terrain est un processus extrêmement spécialisé, qui est examiné plus en détails à la Section 2.4.4.1 (Techniques de télédétection).

Lors de l'utilisation de la Méthode 3, les *bonnes pratiques* consistent à :

- Utiliser une stratégie d'échantillonnage conforme aux méthodes et recommandations figurant aux Sections 2.4.2 et 5.3 du Chapitre 5. Cette stratégie devra être telle que les données obtenues ne présentent pas de biais et peuvent être mises à l'échelle si besoin est. Le nombre et l'emplacement des unités d'échantillonnage devront peut-être être modifiés afin de rester représentatifs. Des recommandations sur l'évolution temporelle figurent à la Section 5.3.3 (Conception de l'échantillonnage) du Chapitre 5.
- Dans le cas de données télédéteectées, élaborer une méthode pour leur interprétation en catégories de terres à l'aide de données de référence au sol comme indiqué à la Section 2.4.4.1 (Techniques de télédétection). Pour ce faire, on peut utiliser des inventaires forestiers ordinaires ou d'autres données de relevés. Il est important de prévenir le risque de classement incorrect des types de terres ; il peut être difficile, par exemple, de distinguer les zones humides des terres forestières uniquement à l'aide de données télédéteectées, et on devra utiliser des données auxiliaires, telles que des données sur le type de sol ou la topographie. On peut donc établir l'exactitude des cartes à l'aide de données de référence de terrain comme indiqué dans la même section. La méthode classique consiste à créer une matrice⁶ indiquant, pour une classification de terre, la probabilité d'une classification incorrecte.
- Établir des intervalles de confiance pour ces superficies de catégories de terres et variations de superficies qui seront utilisés pour l'estimation des variations des stocks de carbone et des émissions et absorptions de carbone (voir Chapitre 5 Section 5.3.4.1).
- Établir des tableaux récapitulatifs des superficies nationales classées par changements d'affectation des terres (semblables à ceux décrits pour la Méthode 2 dans le cadre des procédures AQ/CQ).

2.3.3 Utilisation des méthodes

Les Figures 2.3.2 et 2.3.3 sont des diagrammes décisionnels destinés à faciliter le choix d'une ou de plusieurs méthodes utilisées conjointement pour identifier les superficies d'utilisation des terres. On peut utiliser les trois méthodes, à condition que leur mise en oeuvre soit conforme aux recommandations des Chapitres 3 à 5, pour obtenir des estimations des émissions et absorptions des gaz à effet de serre qui seront conformes aux *bonnes pratiques*. En général, la Méthode 3 permettra la représentation spatiale nécessaire à la création de modèles de carbone sur une base spatiale (décrits au Chapitre 3).

L'utilisation d'une ou de plusieurs méthodes dans un pays dépendra, entre autres, de la variabilité spatiale des dimensions et de l'accessibilité des zones éloignées, de l'historique de la collecte de données biogéographiques, du personnel et des ressources disponibles (au besoin, obtenus par sous-traitance) dans le domaine de la télédétection, et de l'existence de données et/ou de modèles de carbone spatialement explicites. La plupart des pays posséderont des données sur l'utilisation des terres et le diagramme décisionnel de la Figure 2.3.2 a pour but de faciliter l'utilisation de ces données conformément aux recommandations du présent chapitre. Trois décisions clés doivent être prises : des données spatialement explicites sont-elles nécessaires pour la notification conformément au Protocole de Kyoto ? les données couvrent-elles la totalité du pays ? et fournissent-elles une série temporelle adéquate ?

Pour les rares pays qui ne possèdent pas de données, le diagramme décisionnel de la Figure 2.3.3 a pour but de faciliter le choix d'une ou de plusieurs méthodes appropriées. En règle générale, si les terres sont aisément accessibles et/ou les ressources de télédétection limitées, il est préférable d'utiliser des relevés de terrain pour créer des bases de données sur l'utilisation des terres. Pour les pays, dans lesquels l'accès à certaines terres est plus difficile, mais qui disposent de bonnes ressources de télédétection, la Méthode 3, axée principalement sur la télédétection, pourra être préférable. La Méthode 2 sera peut-être plus appropriée pour les pays de grande superficie mais ne disposant pas des ressources nécessaires au traitement des données haute résolution requises par la Méthode 3. Les pays dans lesquels l'accessibilité aux terres et les ressources de télédétection sont limitées ne pourront probablement pas établir des bases de données adaptées à la Méthode 2 ou 3 mais devraient pouvoir utiliser la Méthode 1, en exploitant des données de la FAO (base de données sur l'utilisation des terres et la couverture terrestre) ou d'autres bases de données internationales (voir Appendice 2A.2).

Des méthodes différentes peuvent être plus efficaces en fonction des échelles temporelles ou des différents objectifs de notification. Le Chapitre 5 décrit des méthodes pour associer les séries temporelles aux échelles temporelles ou utilisations qui seront probablement nécessaires.

⁶ Dite également *Matrice de confusion*.

Figure 2.3.2 Diagramme décisionnel pour l'utilisation de données existantes avec les méthodes relatives aux superficies

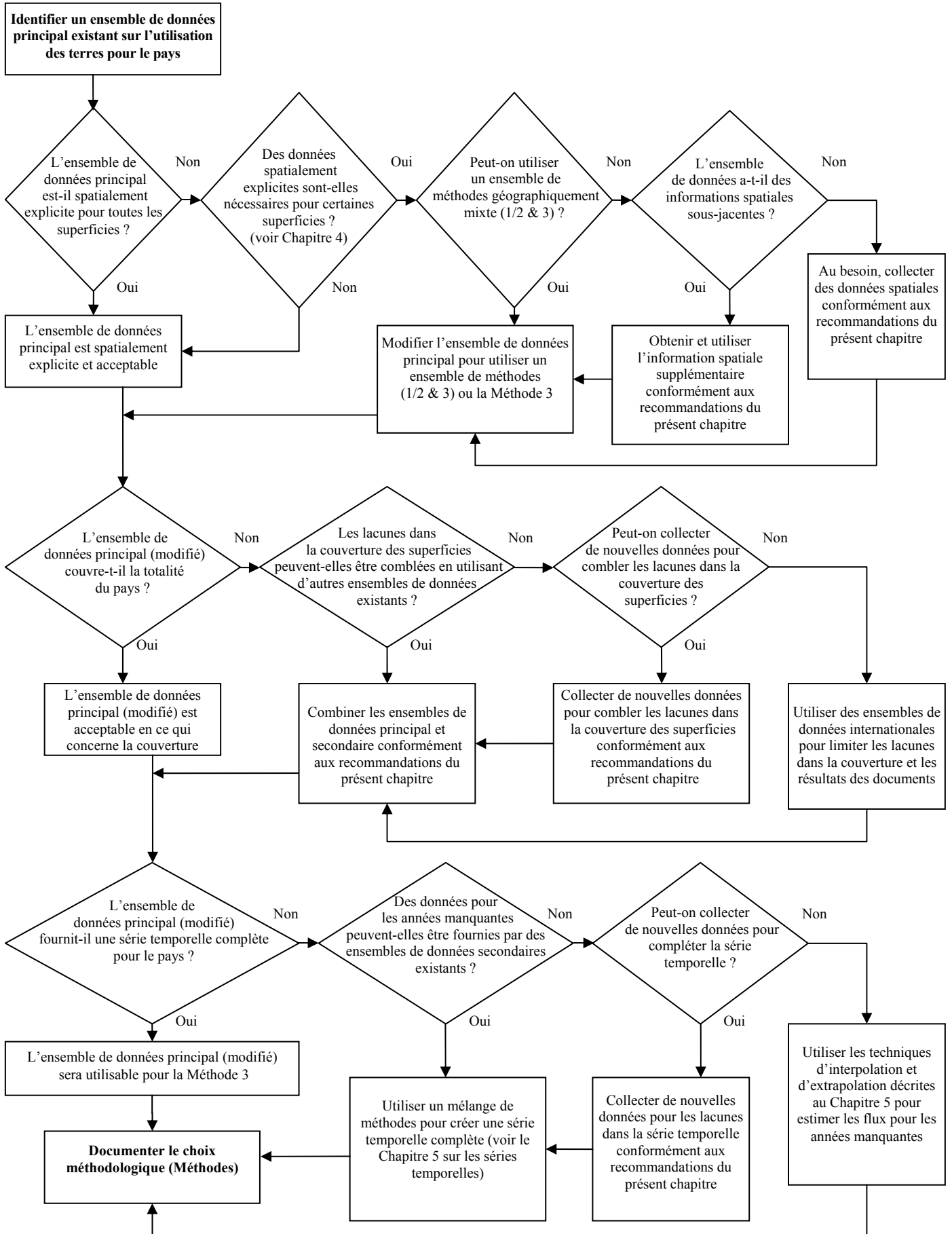
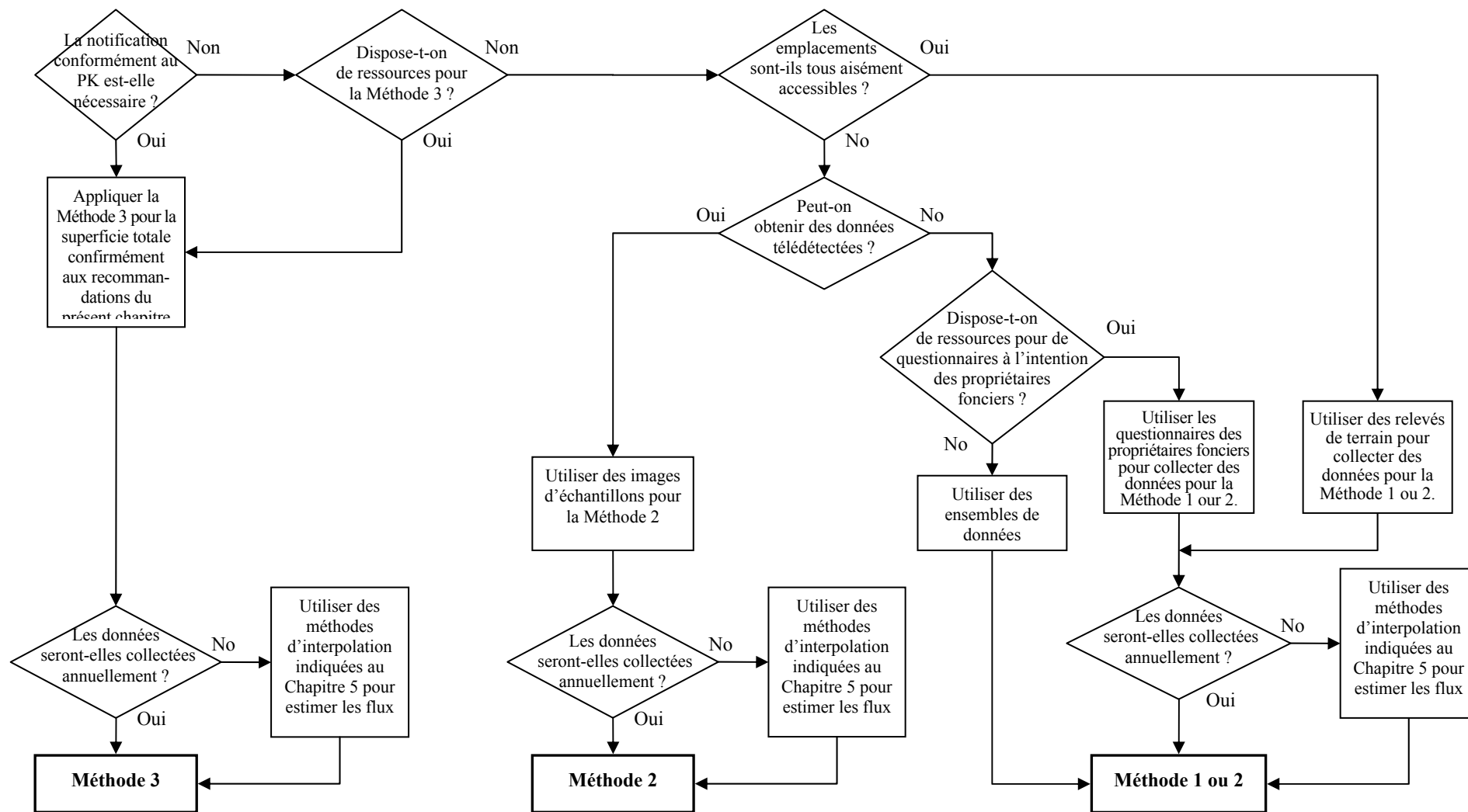


Figure 2.3.3 Diagramme décisionnel pour le choix de méthode pour les superficies pour les pays ne possédant pas de données



2.3.4 Incertitudes associées aux méthodes

Les bonnes pratiques nécessitent la réduction des incertitudes dans la mesure du possible et le Chapitre 5.2 (Identification et quantification des incertitudes) décrit des méthodes de quantification des incertitudes. Les estimations des incertitudes relatives aux superficies sont des données nécessaires à la mise en oeuvre de ces méthodes. Naturellement, l'incertitude associée aux Méthodes 1 à 3 dépend de leur application et de la qualité des données disponibles ; cependant, il est possible de donner une indication des résultats possibles au plan pratique. Le Tableau 2.3.6 présente les sources d'incertitude, les moyens de réduire les incertitudes et des niveaux indicatifs d'incertitude dans certaines conditions.

Les sources d'incertitudes relatives aux superficies tendent à augmenter entre la Méthode 1 et la Méthode 3, en raison de l'introduction progressive d'un nombre plus important de données dans l'évaluation. Pour autant, cela ne signifie pas une augmentation de l'incertitude, car cette progression s'accompagne de vérifications supplémentaires rendues possibles par les nouvelles données et d'une réduction générale des incertitudes due à l'élimination d'erreurs statistiques courantes. La Méthode 1 et les Méthodes 2 et 3 diffèrent principalement en ceci que la Méthode 1 a un pourcentage d'incertitude pour les variations de superficies probablement plus élevé. En effet, à ce niveau, les différences entre les superficies totales représentent les changements d'affectation des terres. Avec la Méthode 1, l'incertitude pour la différence sera de 1 à 1,4 fois l'incertitude de superficies comparées, en fonction du niveau de corrélation entre les études. La Méthode 3 produit des informations détaillées spatialement explicites, qui peuvent être nécessaires, par exemple pour certaines méthodes de modélisation, ou pour la notification d'activités conformément au Protocole de Kyoto. Dans ces cas, des données spatiales supplémentaires seront nécessaires si on utilise la Méthode 1 ou 2 pour identifier les superficies. Les exigences en vertu du Protocole de Kyoto sont identifiées au Chapitre 4, Section 4.2.2.

	Sources d'incertitude	Méthodes pour la réduction de l'incertitude	Incertitude indicative après vérifications
Méthode 1	<p>Les sources d'incertitude peuvent inclure une partie ou la totalité des points suivants, en fonction de la nature de la source des données :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Résultats de recensement erronés • Différences entre les définitions adoptées par les organismes • Conception de l'échantillonnage • Interprétation des échantillons <p>De plus :</p> <p>La Méthode 1 ne permet pas d'effectuer de contre-vérifications pour les variations de superficies entre les catégories, ce qui tend à augmenter les incertitudes.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Vérification par rapport à la superficie nationale • Ajustement des résultats en fonction des différences de définitions • Consultation d'organismes statistiques à propos de la probabilité des incertitudes en jeu • Comparaison avec des ensembles de données internationales 	<p>De l'ordre de quelques pour cent à 10 pour cent pour la superficie totale dans chaque catégorie.</p> <p>Plus grand pourcentage d'incertitude pour les variations de superficies calculées à partir de relevés successifs.</p> <p>Des erreurs systématiques peuvent être significatives en cas d'utilisation de données établies à d'autres fins.</p>
Méthode 2	Comme pour la Méthode 1, avec possibilité de contre-vérifications	Comme ci-dessus, plus vérification de la cohérence entre des changements inter-catégories dans la matrice	De quelques pour cent à 10 pour cent pour la superficie totale dans chaque catégorie, et plus pour des variations de superficies, étant donné que ces données sont obtenues directement
Méthode 3	Comme pour la Méthode 2, plus des incertitudes liées à l'interprétation de données télédéteçtées, le cas échéant	Comme pour la Méthode 2, plus analyse formelle des incertitudes, conformément aux principes décrits au Chapitre 5	Comme pour la Méthode 2, mais les superficies peuvent être identifiées géographiquement. Cependant, avec la Méthode 3, le pourcentage d'incertitude peut être estimé plus exactement qu'avec la Méthode 2.

2.4 CRÉATION DE BASES DE DONNEES SUR L'UTILISATION DES TERRES

La création des bases de données sur l'utilisation des terres nécessaires pour les inventaires des gaz à effet de serre peut être effectuée comme suit :

- Utilisation de bases de données existantes établies à d'autres fins ;
- Utilisation d'échantillonnages ; et
- Utilisation d'inventaires terrestres complets.

Les paragraphes suivants présentent des recommandations générales en matière de *bonnes pratiques* sur l'utilisation de ces types de données par les organismes chargés des inventaires en consultation avec d'autres organismes spécialistes des statistiques nationales. Le personnel chargé de la préparation des inventaires peut ne pas participer à la collecte détaillée de données télédéteectées ou de données de relevés de terrain, mais peut utiliser les recommandations du présent document pour planifier l'amélioration des inventaires et communiquer avec des experts dans ces domaines.

2.4.1 Utilisation de données établies à d'autres fins

On peut utiliser deux types de bases de données pour la classification des terres. De nombreux pays posséderont des ensembles de données nationales du type décrit ci-dessous. Si ce n'est pas le cas, les organismes chargés des inventaires pourront utiliser des ensembles de données internationales. Les deux types sont décrits ci-dessous.

Bases de données nationales

En général, les Méthodes 1 et 2 seront basées sur des données existantes, mises à jour annuellement ou périodiquement. Les inventaires forestiers, les recensements agricoles et autres relevés, les recensements des terres urbaines et naturelles, et les données cadastrales et cartographiques, figurent parmi les sources de données typiques. L'utilisation de ces données est illustrée par les exemples à l'Appendice 2A.1 : Exemples de méthodes dans des pays individuels. Les *bonnes pratiques* relatives à l'utilisation de ce type de données sont décrites à la Section 2.3.2.1.

Bases de données internationales

Plusieurs projets ont été entrepris pour créer des ensembles de données internationales sur l'utilisation des terres et la couverture terrestre, à des niveaux régionaux et mondiaux (l'Appendice 2A.2 en répertorie certains). Le plus souvent, ces ensembles de données sont conservés sous forme de données tramées⁷ obtenues à partir de différents types d'images satellite, ainsi que des données de référence terrain obtenues par relevés de terrain ou comparaison avec des statistiques/cartes existantes. Ces ensembles de données peuvent être utilisés pour :

- L'estimation de la distribution spatiale de l'utilisation des terres. En général, les inventaires classiques présentent seulement la somme totale de la superficie d'utilisation des terres par catégories. La distribution spatiale peut être obtenue à l'aide de données internationales sur l'utilisation des terres et la couverture terrestre utilisées à titre de données auxiliaires en l'absence de données nationales.
- L'évaluation de la fiabilité des ensembles de données sur l'utilisation des terres existants. La comparaison entre des ensembles de données nationales et internationales indépendants peut révéler des divergences, et une meilleure compréhension de ces dernières peut améliorer la confiance vis-à-vis des données nationales et/ou améliorer la possibilité d'utilisation des données internationales, par exemple à des fins d'extrapolation.

Lors de l'utilisation d'un ensemble de données internationales, conformément aux *bonnes pratiques*, on devra tenir compte des points suivants :

- Le système de classification (la définition des catégories d'utilisation des terres et leur interaction, par exemple) peut être différent du système utilisé au plan national. On doit donc établir l'équivalence entre les systèmes de classification nationaux et ceux décrits à la Section 2.2 (Catégories d'utilisation des terres) en contactant l'organisme international et en comparant ses définitions aux définitions nationales.
- La résolution spatiale (en général, 1 km en théorie, mais quelquefois d'un ordre de grandeur supérieur en pratique) peut être grossière, et les données nationales devront peut-être être regroupées pour améliorer la comparabilité.
- Évaluation de l'exactitude de la classification et des risques d'erreurs de géo-référencement qui peuvent exister en dépit des tests d'exactitude effectués normalement sur les sites échantillons. Les organismes chargés des inventaires devront être informés à propos des problèmes de classification et des tests effectués.
- Comme pour les données nationales, des interpolations ou des extrapolations seront probablement nécessaires pour le calcul d'estimations pour des périodes correspondant aux dates stipulées pour la notification conformément à la CCUNCC ou au Protocole de Kyoto.

⁷On entend par données tramées des informations stockées sur une grille de points régulière, contrairement aux données polygonales, où l'information est stockée sous forme de coordonnées d'une surface délimitée ayant un attribut commun.

2.4.2 Collecte de nouvelles données par échantillonnage

On utilise des techniques d'échantillonnage pour l'estimation des superficies et des variations des superficies lorsque des totaux par mesures directes sur le terrain ou des évaluations par télédétection ne sont pas possibles ou donneraient des résultats inexacts. Conformément aux *bonnes pratiques* on appliquera des principes d'échantillonnage basés sur l'échantillonnage décrit à la Section 3 du Chapitre 5, pour que les procédures d'estimation soient cohérentes, sans biais et donnent des résultats précis.

Comme indiqué à la Section 3 du Chapitre 5, en général, un échantillonnage conforme aux *bonnes pratiques* utilise des unités d'échantillonnage situées sur une grille régulière dans la superficie inventoriée. Une catégorie d'utilisation des terres est affectée à chaque unité d'échantillonnage. Les unités d'échantillonnage peuvent servir à calculer les pourcentages des catégories d'utilisation des terres pour la superficie inventoriée. La multiplication des pourcentages par la superficie totale fournit des estimations de la superficie pour chaque catégorie d'utilisation des terres. Lorsque la superficie totale n'est pas connue, on suppose que chaque unité d'échantillonnage représente une superficie spécifique. On peut alors estimer la superficie de la catégorie d'utilisation des terres à l'aide du nombre d'unités d'échantillonnage dans cette catégorie.

Lorsque l'échantillonnage pour des superficies est répété dans le temps, on peut calculer les variations temporelles des superficies et créer des matrices de changement d'affectation des terres.

L'application d'une méthode basée sur l'échantillonnage pour l'évaluation des superficies permet de calculer les erreurs d'échantillonnage et les intervalles de confiance qui quantifient la fiabilité des estimations des superficies dans chaque catégorie. Conformément aux *bonnes pratiques*, on utilisera l'intervalle de confiance pour vérifier si les variations de superficies par catégorie sont statistiquement significatives et reflètent des changements significatifs.

2.4.3 Collecte de nouvelles données dans des inventaires complets

Un inventaire complet sur l'utilisation de toutes les terres d'un pays nécessitera l'établissement périodique de cartes d'utilisation des terres dans le pays.

Les techniques de télédétection seront utiles à cette fin. Comme indiqué dans la description de la Méthode 3 (Section 2.3.2.3), l'utilisation des données sera plus facile dans le cadre d'un SIG basé sur un ensemble de mailles ou de polygones, et avec des données de réalité de terrain, indispensables pour une interprétation sans biais. Des données à résolution fine pourront être utilisées directement pour la notification des activités pertinentes conformément au Protocole de Kyoto. Des données à résolution plus grossière pourront contribuer à la création d'une base de données pour la Méthode 1 ou 2 pour l'ensemble du pays ou pour des régions appropriées.

On peut également établir un inventaire complet en enquêtant auprès des propriétaires fonciers, lesquels devront fournir des données appropriées s'ils sont propriétaires de nombreuses parcelles. Mais cette méthode présente des problèmes inhérents, notamment l'obtention de données à des échelles plus petites que la taille de la parcelle, et la difficulté à obtenir une couverture complète, sans double comptage.

2.4.4 Outils de collecte de données

2.4.4.1 TECHNIQUES DE TELEDETECTION (TD)

Dans le présent contexte, les données télédétectées sont des données provenant de capteurs (optiques ou radars) à bord de satellites, ou de caméras à films optiques ou infrarouges, à bord d'avions. Le plus souvent, ces données sont classées pour fournir des estimations de la couverture terrestre et de sa superficie, et doivent être complétées par des données de relevés de terrain qui permettent d'estimer l'exactitude de la classification. La classification peut être effectuée par analyse visuelle des images ou des photos, ou par des méthodes numériques (informatiques). La télédétection est particulièrement intéressante en raison de sa capacité à fournir des données spatialement explicites et une couverture répétée, dont la possibilité de couverture de grandes superficies, ainsi que des zones éloignées, difficiles d'accès. De plus, les archives des données télédétectées couvrent plusieurs décennies et permettent de recréer des séries temporelles antérieures pour la couverture terrestre et l'utilisation des terres. La télédétection présente toutefois certaines difficultés, notamment le problème d'interprétation des images qui doivent être traduites en données utiles sur l'utilisation et la gestion des terres. En fonction des capteurs des satellites, la présence de nuages ou la diffusion atmosphérique peut gêner l'acquisition des données. Un autre problème, en particulier pour la comparaison des données à long terme, est lié à l'évolution des systèmes de télédétection. La télédétection est surtout utile pour l'estimation des superficies pour les catégories couverture terrestre/utilisation des terres et pour l'identification de superficies relativement homogènes qui peuvent guider le choix des méthodes d'échantillonnage et le nombre d'échantillons nécessaires. Pour des informations plus détaillées sur la télédétection et les statistiques spatiales, voir Cressie (1993) et Lillesand *et al.* (1999).

Types de données télédétectées

Les principaux types de données télédétectées sont 1) les photographies aériennes, 2) les images satellite utilisant des gammes visibles et/ou proches de l'infrarouge, et 3) les images satellite ou radar aéroporté (voir Tableau 5.7.2 pour les caractéristiques des principales plate-formes de télédétection). L'association de plusieurs types de données télédétectées (visibles/infrarouge et radar ; différentes résolutions spatiales ou spectrales ; etc.) peut être utile pour évaluer les catégories d'utilisation des terres ou des régions. Un système de télédétection complet pour l'étude des changements d'affectation des terres pourrait inclure de nombreuses combinaisons de capteurs et de types de données à diverses résolutions.

Les critères suivants sont importants pour le choix des données et des outils de télédétection :

- Système de classification d'utilisation des terres approprié ;
- Résolution spatiale appropriée (la plus petite unité spatiale pour l'évaluation des changements d'affectation des terres conformément au Protocole de Kyoto est 0,05 ha) ;
- Résolution temporelle appropriée pour l'estimation des changements d'utilisation des terres et des variations des stocks de carbone ;
- Possibilité d'évaluation de l'exactitude ;
- Application de méthodes transparentes pour l'acquisition et le traitement des données ; et
- Cohérence et disponibilité temporelle.

1. Photographies aériennes

L'analyse de photographies aériennes peut révéler des espèces et des structures forestières permettant de déterminer la répartition par âges et la santé des arbres (chutes d'aiguilles dans des forêts de conifères, chutes de feuilles et stress dans les forêts décidues). Dans l'analyse agricole, la télédétection peut mettre en évidence des espèces cultivées, le stress subi par les cultures, et le couvert arboré dans les systèmes agro-forestiers. L'unité spatiale minimale pour l'évaluation dépend du type de photographie aérienne utilisée, mais pour des outils standard est souvent d'un mètre carré.

2. Images satellite dans les longueurs d'onde visibles et proches infrarouge

L'emploi d'images satellite peut faciliter l'acquisition de données sur l'utilisation des terres et la couverture terrestre des grandes superficies (nationales ou régionales), si ces données ne sont pas disponibles autrement. On peut obtenir de longues séries temporelles de données pour la superficie étudiée en raison du passage continu et régulier du satellite au-dessus de celle-ci. Les images produisent en général une mosaïque détaillée de catégories distinctes, mais l'identification des catégories correctes de couverture terrestre/utilisation des terres exige en général des données de référence de terrain provenant de cartes ou de relevés de terrain. La plus petite unité identifiable dépend de la résolution spatiale du capteur et de l'échelle de l'étude. Les capteurs les plus courants ont une résolution spatiale de 20 à 30 mètres. Une résolution spatiale de 30 mètres, par exemple, permet l'identification d'unités de 1ha. Des données satellite à plus haute résolution sont aussi disponibles.

3. Images radar

Le système dit Radar à synthèse d'ouverture (RSO), fonctionnant à des fréquences micro-ondes, fournit le type de données radar le plus courant. Ce système présente l'avantage majeur de pouvoir pénétrer les nuages et la diffusion, et d'acquérir des données dans l'obscurité, et, dans de nombreuses régions à couverture nuageuse quasi permanente, peut constituer l'unique source fiable de données télédétectées. Grâce à l'utilisation de diverses parties du spectre et différentes polarisations, les systèmes RSO peuvent distinguer les catégories de couverture terrestre (forêt/non-forêt, par exemple), ou le pourcentage de biomasse de la végétation, en dépit de certaines limitations dues à l'effet de saturation si le pourcentage de biomasse est très important.

Données de référence de terrain

Pour pouvoir exploiter les données télédétectées, et en particulier pour associer la couverture terrestre et l'utilisation des terres, conformément aux bonnes pratiques, on devra compléter ces données par des données de référence de terrain (ou données de réalité de terrain). Ces données de référence de terrain peuvent être collectées séparément, ou provenir d'inventaires forestiers ou agricoles. Les utilisations des terres qui évoluent rapidement pendant la période d'estimation ou dont la couverture végétale est souvent classée incorrectement doivent être mieux vérifiées sur le terrain que les autres terres. On peut pour cela utiliser des données de référence de terrain, de préférence provenant de relevés effectués indépendamment ; des photographies à haute résolution peuvent aussi être utiles.

Intégration de la télédétection et du SIG

On fait souvent appel à l'interprétation visuelle d'images pour identifier des sites d'échantillonnage pour les inventaires forestiers. Mais, bien que simple et fiable, cette méthode exige beaucoup de ressources et doit donc être limitée à certaines zones ; de plus, elle peut faire l'objet d'interprétations subjectives.

L'utilisation optimale de la télédétection nécessite en général l'intégration de la couverture complète fournie par la télédétection et de mesures ponctuelles sur le terrain ou de données cartographiques pour représenter des terres

associées à des utilisations particulières dans l'espace et dans le temps. Le plus souvent, un Système d'information géographique (SIG) est le moyen le plus économique d'intégrer ces données.

Classification de la couverture terrestre à l'aide de données télédéteectées

La classification de la couverture terrestre à l'aide de données télédéteectées peut être faite par analyse visuelle ou numérique (informatique). Chaque méthode présente des avantages et des inconvénients. L'analyse visuelle des images permet aux utilisateurs de tirer leurs propres conclusions en évaluant les caractéristiques générales des images (analyse des aspects contextuels de l'image). D'un autre côté, la classification numérique permet des manipulations de données (regroupement de données spectrales, etc.) ce qui peut améliorer la modélisation des données de terrain biophysiques (diamètre des arbres, hauteur, surface terrière, biomasse, etc.). L'analyse numérique permet également le calcul immédiat des superficies associées aux différentes catégories de terres. En raison de l'évolution rapide de ce type d'analyse au cours des dix dernières années, et des progrès informatiques connexes, le matériel, les logiciels et les données satellite sont à présent facilement disponibles à des coûts raisonnables dans la plupart des pays, bien qu'il soit quelquefois nécessaire de confier l'exploitation de ces données à des organismes externes, en particulier pour la cartographie au niveau national.

Détection des changements d'affectation des terres par télédétection

La télédétection peut permettre de localiser les changements dans le secteur UTCATF. Les méthodes pour la détection des changements d'affectation des terres peuvent être classées en deux catégories (Singh, 1989) :

Détection des changements post-classification : Ce type de détection est basé sur l'existence de deux (ou plus) classifications de couverture terrestre/utilisation des terres prédéfinies à partir de différents points temporels, et de la détection de changements, en général par soustraction des ensembles de données. Les techniques sont simples mais extrêmement sensibles aux divergences d'interprétation et de classification des catégories de terres.

Détection des changements pré-classification : Méthodes biophysiques plus sophistiquées pour la détection des changements. Les différences entre les données spectrales obtenues pour deux (ou plus) points temporels sont comparées par des méthodes statistiques et ces différences sont utilisées pour fournir des informations sur les changements de la couverture terrestre/affectation des terres. Cette méthode est moins sensible aux divergences d'interprétation et peut détecter des changements beaucoup plus subtils que la méthode post-classification, mais son application est plus complexe et exige l'utilisation des données télédéteectées d'origine.

Évaluation de l'exactitude de la cartographie

Lorsqu'on utilise des cartes de la couverture terrestre/utilisation des terres, les *bonnes pratiques* consistent à vérifier leur fiabilité. Dans le cas de cartes établies à partir de la classification par données télédéteectées, cette fiabilité variera probablement selon les catégories de terres. Certaines catégories pourront avoir des caractéristiques d'identification uniques, mais d'autres risqueront d'être aisément confondues avec d'autres. Une forêt de conifères, par exemple, est souvent classée plus exactement qu'une forêt décidue en raison de ses caractéristiques de réflectance plus distinctes, alors qu'une forêt décidue risque davantage d'être confondue avec des prairies ou des terres cultivées. De même, il est souvent difficile d'évaluer avec précision des changements des pratiques de gestion des terres par télédétection. Il peut être difficile, par exemple, de détecter un changement entre un travail du sol classique et un travail de conservation du sol sur une superficie donnée.

En conséquence, les *bonnes pratiques* consisteront à estimer l'exactitude des cartes de couverture terrestre/utilisation des terres catégorie par catégorie. À l'aide de points échantillons sur la carte et de leurs catégories correspondantes réelles, on crée une matrice de confusion (Voir Méthode 3 ; note de bas de page 6) sur laquelle la diagonale indique la probabilité d'identification correcte, et les éléments extérieurs à la diagonale indiquent la probabilité relative de classification incorrecte d'une catégorie terrestre. Non seulement la matrice de confusion représente l'exactitude de la carte, mais elle permet également de déterminer les catégories qui risquent d'être aisément confondues avec d'autres. Une matrice de confusion permet d'obtenir un certain nombre d'indices d'exactitude (Congalton, 1991). Les *bonnes pratiques* consistent à estimer l'exactitude d'une carte de couverture terrestre/utilisation des terres catégorie par catégorie, à l'aide d'une matrice de confusion si on utilise des données télédéteectées. On peut aussi effectuer une analyse multi-temporelle (analyse d'images prises à des moments différents pour déterminer la stabilité de la classification de l'utilisation des terres) pour améliorer l'exactitude de la classification, en particulier si les données de réalité de terrain sont limitées.

2.4.4.2 RELEVÉS DE TERRAIN

Les relevés de terrains sont utiles pour la collecte et l'enregistrement de données sur l'utilisation des terres, et peuvent servir de données de réalité de terrain indépendantes pour la classification par télédétection. Avant le développement des techniques de télédétection telles que la photographie aérienne et l'imagerie satellite, les relevés de terrain constituaient l'unique outil cartographique disponible. Le relevé consiste à se rendre dans la zone étudiée et à enregistrer les attributs visibles et/ou autres attributs du paysage à des fins de cartographie. La numérisation des limites et la symbolisation des attributs permet d'établir des représentations graphiques et des

cartes historiques utiles pour les Systèmes d'information géographique (SIG). On fait appel pour cela à des protocoles sur les limites de superficies minimales et la catégorisation d'attributs associés à l'échelle de la carte et à son utilisation future.

Des instruments de topographie et de géodésie, tels que des théodolites, mètres-rubans, roues d'arpenteurs et dispositifs électroniques de mesures de distance, permettent d'effectuer des mesures très précises de la superficie et de l'emplacement. Suite au développement des systèmes GPS (Systèmes de positionnement global), ces données de terrain peuvent être enregistrées sur place directement, sous forme électronique, sur un ordinateur portable, puis téléchargées sur un ordinateur de bureau où elles seront stockées et coordonnées avec d'autres données pour une analyse spatiale.

Des entretiens avec des propriétaires fonciers et des questionnaires à leur intention permettent de collecter des données socio-économiques et des données sur la gestion des terres, ainsi que des données sur l'utilisation des terres et le changement d'affectation des terres. Avec cette méthode, l'organisme chargé de collecter les données est tributaire de l'information fournie par les propriétaires fonciers (ou les utilisateurs) pour ce qui est d'obtenir des données fiables. En général, un représentant de l'organisme chargé de collecter les données interroge le propriétaire (ou l'utilisateur) en personne et enregistre les données sous une forme pré-définie, ou envoie un questionnaire au propriétaire foncier. Les personnes interrogées sont invitées à utiliser toute documentation ou toute carte pertinente en leur possession, mais on peut également poser des questions précises pour obtenir des informations directement (Swanson *et al.*, 1997).

Les recensements sont probablement la méthode de collecte de données la plus ancienne (Darby, 1970). Ces recensements d'utilisateurs des terres peuvent être effectués pour la totalité de la population ou pour un échantillon de taille appropriée. Les recensements actuels font appel à un éventail de techniques de validation et d'évaluation de l'exactitude. Le recensement peut être effectué par visites, entretiens téléphoniques (souvent avec messages incitatifs informatisés) ou questionnaires par courrier électronique. Les recensements sur l'utilisation des terres débutent par l'énoncé des besoins de données sous forme de questions claires et simples invitant des réponses concises et précises. Les questions sont testées sur un échantillon de population pour vérifier leur compréhensibilité et identifier toute variation terminologique locale. Pour les applications échantillons, la totalité de la superficie étudiée est stratifiée spatialement par unités terrestres écologiques et/ou administratives appropriées, et par différences de catégories significatives au sein de la population (privé ou d'entreprise, grande ou petite, pâte ou bois d'œuvre, etc.). Pour les réponses relatives aux superficies et aux modes de gestion, la personne interrogée devra donner des informations sur la localisation géographique (coordonnées précises, description cadastrale ou, au minimum, unités écologiques ou administratives). Les résultats du recensement sont ensuite validés en recherchant les anomalies statistiques, par comparaison avec des sources de données indépendantes, en utilisant un échantillon de questionnaires de vérifications postérieures ou un échantillon d'enquêtes de vérifications sur place. Enfin, la présentation des résultats doit respecter les paramètres de stratification initiaux.

Appendice 2A.1 Exemples de méthodes dans des pays individuels

2A.1.1 Utilisation d'inventaires de ressources existants aux États-Unis (Méthodes 1, 2 et 3)

Aux États-Unis, l'Inventaire des ressources nationales (NRI) a pour but d'évaluer les ressources en sols, eau et autres ressources environnementales sur les terres non fédérales. (Nusser et Goebel, 1997 ; Fuller, 1999)⁸. Le NRI utilise des données provenant de plusieurs sources pour vérifier les estimations. Un Système d'information géographique (SIG) pour les États-Unis est utilisé pour enregistrer l'inventaire et inclut la superficie totale, la superficie du domaine hydrique, et les terres fédérales. Des données provenant d'autres sources, par exemple de bases de données sur les sols, et autres inventaires tels que l'Inventaire et analyse forestiers (FIA), peuvent être associées au NRI⁹. Le NRI et le FIA ont des techniques d'échantillonnage semblables, mais des objectifs différents qui nécessitent des grilles d'échantillonnage différentes, et les estimations des deux systèmes d'inventaire sont statistiquement indépendantes. Les données échantillonnées brutes peuvent cependant servir de point de départ pour la Méthode 3.

Les données (Voir Tableau 2A.1.1) permettent d'établir une matrice sur le changement d'affectation des terres (Méthode 2) qui illustre plusieurs caractéristiques significatives sur l'utilisation et le changement d'affectation des terres aux États-Unis. En premier lieu, on obtient le changement net d'affectation des terres en comparant le total pour 1997 au total pour 1992 pour chaque grande catégorie d'utilisation des terres. On constate, par exemple, une diminution de 2,1 millions d'hectares pour les terres cultivées entre 1992 et 1997, qui passent de 154,7 millions d'hectares à 152,6 millions d'hectares, alors que la superficie des parcours naturels et des forêts non fédérales est resté relativement stable. Une base de données de la Méthode 1 aurait aussi permis la mise en évidence de ces caractéristiques. Par ailleurs, la superficie totale des États-Unis est inchangée entre 1992 et 1997 (près de 800 millions d'hectares) et, par conséquent, toute augmentation de superficie dans une catégorie d'utilisation des terres doit être annulée par des diminutions de superficie dans d'autres catégories – ce qui peut être observé avec la Méthode 2.

Cependant, la structure de la Méthode 2 permet aussi aux données de décrire la dynamique du changement d'affectation des terres. Les éléments en diagonale et extérieurs à la diagonale du Tableau 2A.1.1 indiquent la superficie des terres qui sont restées dans une catégorie et celle de terres qui ont fait l'objet d'un changement d'affectation. Des mesures précises des changements d'affectation des terres (élément extérieurs à la diagonale) peuvent être extrêmement importantes pour l'estimation et la notification des stocks de carbone. Par exemple, la superficie totale des terres forestières non fédérales est restée relativement stable entre 1992 et 1997, avec une augmentation de 400 000 hectares. Mais les éléments de changement d'affectation des terres indiquent que 1,9 million d'hectares de terres forestières non fédérales ont été converties en établissements et 2,5 millions d'hectares de pâturages ont été convertis en terres forestières. Il peut donc être incorrect de conclure que de faibles changements d'affectation de la totalité des terres indiquent nécessairement de faibles variations des stocks de carbone, si la dynamique de l'utilisation des terres individuelles (conversions de terres forestières en établissements et de pâturages en forêts) est relativement importante.

	Finale	TC	CRP	PT	PR-NF	F-NF	AT(R)	E	DH / TF	Total 1997
Initiale										
Terres cultivées (TC)		146.8	0.9	3.5	0.8	0.3	0.3	--	--	152.6
CRP		0.8	12.3	--	--	--	--	--	--	13.2
Pâturages (PT)		3.7	0.3	43.2	0.3	0.8	0.3	--	--	48.6
Prairies (PR-NF)		0.6	0.1	0.6	162.3	0.5	0.2	--	--	164.4
Forêts (F-NF)		0.8	--	2.5	0.6	160.1	0.6	--	--	164.5
Autres terres (rurales) (AT)		0.7	--	0.4	0.3	0.4	18.9	--	--	20.7
Établissements (E)		1.2	--	0.8	0.5	1.9	0.2	35.2	--	39.8
Domaine hydrique et terres fédérales (DH/TF)		0.1	--	--	0.1	0.2	--	--	182.6	183.1
1992 Total		154.7	13.8	51.0	165	164.1	20.5	35.2	182.8	787.4

⁸ Le NRI est établi par le Service de conservation des ressources naturelles du ministère américain de l'Agriculture (USDA), en coopération avec le Laboratoire de statistiques de l'université d'État de l'Iowa. Des informations supplémentaires sur le NRI sont disponibles sur le site : <http://www.nhq.nrcs.usda.gov/technical/NRI/1997/>.

⁹ Le FIA est géré par le service de Recherche et développement du service forestier de l'USDA en coopération avec les Systèmes forestiers nationaux et Foresterie d'État et privée. Des informations sur le FIA sont disponibles sur le site : <http://fia.fs.fed.us/>.

Remarque : (i) Données fournies par NRI 1997 et excluant l'Alaska. (ii) NF = Non-Fédéral. Superficies en m. d'hectares. (iii) CRP indique les terres incluses dans le CRP. (iv) Certains totaux de lignes et colonnes ne sont pas toujours de 100% en raison d'erreurs d'arrondi.

2A.1.2 Utilisation de données agricoles pour les pampas argentines (Méthodes 1 et 2)

Des recensements agricoles nationaux incluant la totalité des exploitations agricoles dans les pampas argentines ont été effectués depuis 1881. La collecte de données sur l'utilisation des terres a été organisée au niveau des districts politiques dans les vingt-quatre provinces. Une étude sur les changements d'affectation des terres dans les pampas pendant un siècle d'évolution agricole a été publiée récemment (Viglizzo *et al.*, 2001). Des résultats ultérieurs indiquent que les pampas argentines ont représenté une source nette de gaz à effet de serre pendant la plus grande partie de cette période, suite à la conversion des prairies naturelles en pâturages et terres cultivées. Cependant, depuis 1960, les émissions tendent à diminuer en raison de l'adoption de techniques pour la conservation des sols, principalement des méthodes sans travail du sol ou avec travail limité (Bernardos *et al.*, 2001). Ces données peuvent être utilisées pour l'application de la Méthode 1 ou 2.

2A.1.3 Utilisation de données cadastrales en Chine (Méthode 1)

La Chine utilise les Méthodes 1 et 2 pour obtenir des données sur les changements d'affectation des terres, y compris des inventaires forestiers quinquennaux, des recensements agricoles et autres relevés. En particulier, la Chine met en oeuvre un système contractuel par foyers pour la reconversion des terres cultivées en forêts. Dans le cadre d'un système contractuel individuel, des tâches sont attribuées aux foyers qui reçoivent des subventions et sont propriétaires des arbres et autres végétaux qu'ils plantent. Le programme a pour objectif la plantation d'arbres sur 5 millions d'hectares environ entre 2000 et 2010. Les contrats de ce programme ont contribué à la création d'une base de données sur les changements spécifiques d'affectation des terres.

2A.1.4 Matrices d'utilisation des terres au Royaume-Uni (Méthodes 1, 2 et 3)

Au Royaume-Uni, des matrices de changement d'affectation des terres ont été établies à partir de données de relevés de terrain (Barr *et al.*, 1993, Haines-Young, 2000). Trois relevés ont été effectués, en 1984, 1990 et 1998. La superficie de chaque échantillon était d'1 km carré et 384 échantillons ont été utilisés en 1984 pour fournir un échantillonnage stratifié de 32 zones éco-climatiques. Ces échantillons ont fait l'objet de nouveaux relevés en 1990 et 1998, et environ 140 échantillons ont été ajoutés en 1990 et 50 en 1998 pour améliorer la couverture des zones éco-climatiques. Initialement, les catégories d'utilisation des terres/couverture terrestre utilisées étaient spécifiques au relevé, mais en 1998 d'autres catégories, utilisées par d'autres organismes au Royaume-Uni, ont été adoptées. Les données sauvegardées pour 1984 et 1990 ont été re-classifiées dans les nouvelles catégories. Des experts topographes se sont rendus sur chaque échantillon d'1 km, et, à partir de 560 cartes au 1:10^e, ont délimité des parcelles de couverture terrestre/utilisation des terres, numéroté les parcelles et enregistré des données pour chaque parcelle. Après numérisation des cartes, la superficie de chaque parcelle a été calculée à l'aide des données numériques. Lors de visites ultérieures, quelques années plus tard, les cartes numérisées, avec les anciennes limites de parcelles, ont constitué le point de départ pour l'enregistrement des changements sur les parcelles. On a donc collecté des données, non seulement pour les superficies des catégories de couverture terrestre/utilisation des terres pour chaque année d'échantillonnage, mais également pour les conversions intercatégories. Par la suite, des estimations régionales et nationales de la couverture terrestre/utilisation des terres et des changements d'affectation des terres ont été obtenues par la moyenne pondérée des échantillons par rapport à l'occurrence dans les zones éco-climatiques.

Des matrices CAT pour l'Angleterre, l'Écosse et le Pays de Galles entre 1984 et 1990 ont été établies pour un ensemble simplifié de catégories d'utilisation des terres (Terres agricoles, Terres naturelles, Terres urbaines, Terres boisées, Autres terres) et utilisées pour estimer les émissions et absorptions pour la Catégorie 5D (émissions et absorptions de CO₂ par les sols résultant des changements d'affectation des terres et de la gestion) de l'inventaire des gaz à effet de serre pour le Royaume-Uni. Un exemple figure au Tableau 2A.1.2.

1984	1990	TA	TN	TU	TB	AT	Total 1990
Terres agricoles (TA)		1 967	81	6	6	0	2 060
Terres naturelles (TN)		113	4 779	5	32	0	4 929
Terres urbaines (TU)		14	4	276	1	0	295
Terres boisées (TB)		9	77	1	981	0	1 068
Autres terres (AT)		0	0	0	0	141	141
Total 1984		2 103	4 941	288	1 020	141	8 493

Remarque : Les superficies sont en milliers d'hectares

L'incertitude de l'estimation de l'utilisation des terres et du changement d'affectation des terres pour les régions utilisant cette méthode d'échantillonnage a été décrite par Barr *et al.* (1993). Si la variation de l'utilisation des terres et du changement d'affectation des terres pour une région est connue ou peut être estimée par une valeur approximative, le nombre d'échantillons nécessaires pour un niveau de confiance spécifié pour la superficie totale régionale pour cette utilisation des terres et changements d'affectation des terres peut être estimé à partir de la théorie statistique (Cochran, 1977).

2A.1.5 Exemple néo-zélandais de mise en oeuvre de la base de données sur l'utilisation des terres/la couverture terrestre obtenue par télédétection (Méthode 3)

La première base de données néo-zélandaise sur l'utilisation des terres/la couverture terrestre (NZLCDB) a été établie en juin 2000 à partir d'images satellite acquises principalement pendant l'été 1996/97. La Nouvelle-Zélande a estimé que cinq ans était une échelle temporelle appropriée pour la détection de changements significatifs de la couverture terrestre. Les données sont fournies essentiellement par le capteur Landsat Enhanced Thematic Mapper Plus (7 ETM+), complétées, au besoin, par des données auxiliaires fournies par le *Système probatoire d'observation de la terre* (SPOT). L'acquisition et les analyses d'images ont commencé en 2001/02 et se poursuivront jusqu'en 2003/04 en vue de la création de NZLCDB2, dans le cadre du programme décrit ci-dessous.

Le coût de la Base de données sur la couverture terrestre 2 [Land-Cover Database 2] (NZLCDB2) est de l'ordre d'1,5 million de dollars américains pour 270 000 km², soit 5,6 dollars américains par km² ; cette base de données fournira :

- Un ensemble complet d'images satellite multispectres et orthorectifiées couvrant la Nouvelle-Zélande, et ayant une résolution spatiale de 15 m ;
- Une carte SIG numérique NZLCDB1 révisée des catégories de couverture terrestre, identification de la classification et correction des erreurs de généralisation ;
- Une nouvelle carte SIG numérique NZLCDB2 des catégories de couverture terrestre compatibles avec les « catégories apparentées » de NZLCDB1 ;
- Une carte SIG numérique présentant les changements identifiés de la couverture terrestre pour la Nouvelle-Zélande, à l'unité cartographique minimum de 1 ha ; et
- Une évaluation de l'exactitude de NZLCDB2, y compris une matrice d'erreurs pour estimer la qualité des données spatialement et par catégorie.

Une description plus complète du projet de Base de données sur la couverture terrestre de la Nouvelle-Zélande, qui sera mise à jour au fur et à mesure de l'évolution du projet, est disponible sur le site Internet <http://www.mfe.govt.nz/issues/land/land-cover-dbase/index.html>. Les stades d'élaboration de la base de données sont indiqués à la Figure 2A.1.1.

2A.1.6 Base de données multi-temporelle Landsat australienne pour la comptabilisation du carbone (Méthode 3)

L'Australian Greenhouse Office (AGO), par la voie de son Système national de comptabilisation du carbone (NCAS), a établi un programme de télédétection multi-temporel national qui est un exemple de Méthode 3, bien que son objectif principal soit l'identification des superficies des terres ayant subi des changements de couverture forestière et non une cartographie complète de l'utilisation des terres. A partir de données provenant du satellite Landsat pour douze passages nationaux entre 1972 et 2002, l'état de la couverture forestière d'unités terrestres a été étudié dans le temps, à une résolution de plus d'un hectare. Initialement, une mosaïque d'images individuelles (ou scènes) a été créée en 2000 pour l'ensemble du continent (369 scènes) et constitue un ensemble de données de base auxquelles d'autres séries temporelles ont été associées.

Une résolution géographique cohérente et un calibrage spectral des données satellite permettent une analyse statistique objective pour une unité terrestre individuelle (pixel) dans le temps. Les méthodes d'analyse ont été développées par des experts dans le domaine de la télédétection, spécialisés dans l'interprétation de la végétation australienne (Furby, 2002) et ont été affinées après deux séries de tests pilotes (Furby et Woodgate, 2002). Les tests ont également permis de former des fournisseurs du secteur privé qui, par la suite, ont pu répondre à des appels d'offres pour ces travaux.

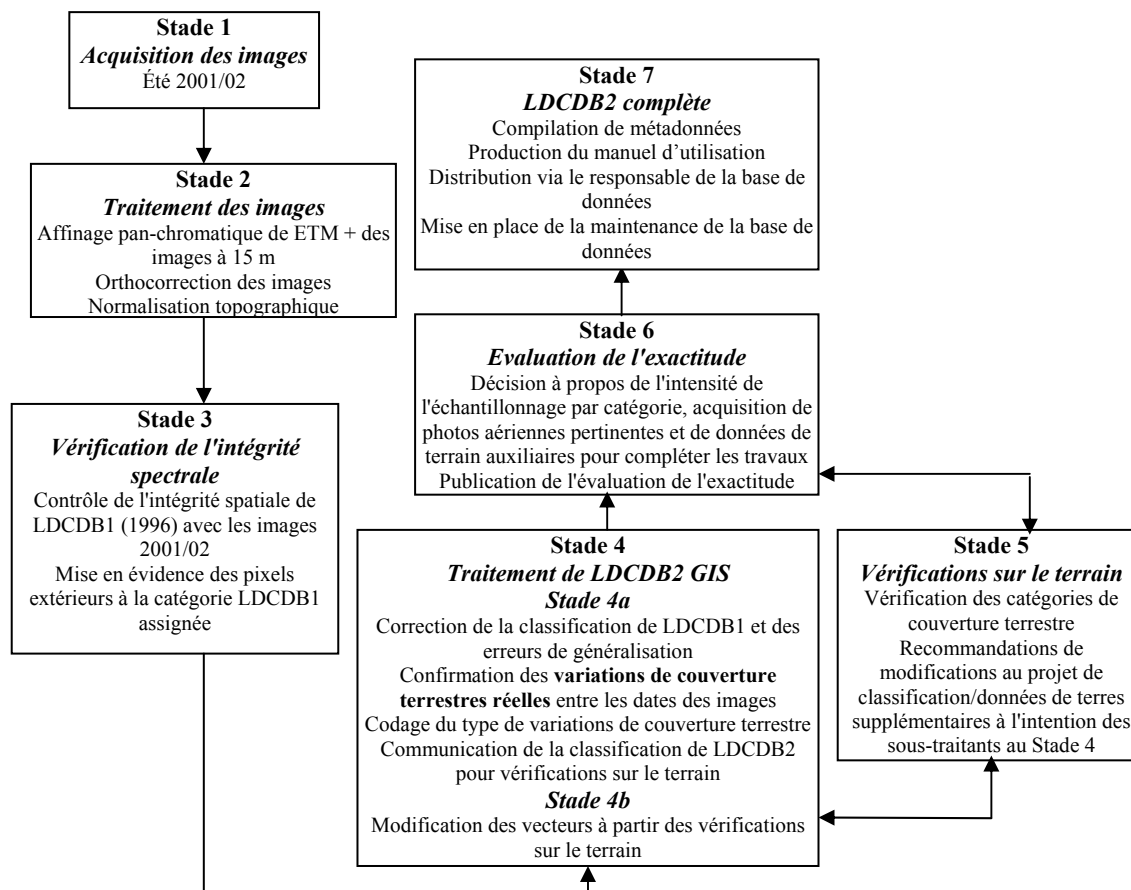
Outre une méthodologie et des normes d'exécution extrêmement prescriptives, un programme indépendant d'assurance de la qualité a été mis en oeuvre pour assurer un niveau de qualité cohérent. De plus, un programme d'amélioration et de vérification continue contrôle la qualité des résultats et présente des recommandations pour de futures améliorations. La méthodologie fait appel à une méthode de probabilité conditionnelle, ce qui facilite l'amélioration de la série temporelle complète.

L'efficacité des méthodes de traitement développées pour le programme a permis d'ajouter de nouveaux passages nationaux aux séries temporelles à un coût approximatif d'un demi million de dollars américains.

Les données sur les changements de la couverture forestière sont intégrées dans un modèle de cycle de carbone/azote exploité spatialement depuis un Système d'information géographique, ce qui facilite la comptabilisation du carbone pour ce secteur.

Des informations supplémentaires sont disponibles dans des Rapports techniques du NCAS sur le site AGO : <http://www.greenhouse.gov.au/ncas>

Figure 2A.1.1 Stades d'élaboration des bases de données sur la couverture terrestre de la Nouvelle-Zélande



APPENDICE 2A.2 Exemples d'ensembles de données internationales sur la couverture terrestre

EXEMPLES D'ENSEMBLES DE DONNEES INTERNATIONALES SUR LA COUVERTURE TERRESTRE				
Nom de l'ensemble de données	AARS Global 4-Minute Land Cover	IGBP-DIS Global 1km Land Cover Data Set	Global Land Cover Dataset	Global Land Cover Dataset
Auteur	Center for Environmental Remote Sensing, Université de Chiba	PIGB /DIS	USGS, États-Unis	GLCF (Global Land Cover Facility)
Brève description du contenu	Les catégories de couverture terrestre sont identifiées par regroupement de données mensuelles NOAA AVHRR.	Cette classification est obtenue à partir de données 1 km du Radiomètre évolué à très haute résolution (AVHRR) et de données auxiliaires.	L'ensemble de données est obtenu à partir d'une structure flexible de base de données et de principes régionaux de couverture terrestre saisonnière	Des mesures décrivant la dynamique temporelle de la végétation ont été appliquées aux données 1984 PAL à une résolution de 8 km pour obtenir une classification de couverture terrestre mondiale avec diagramme décisionnel.
Type de classification	Application de la classification d'origine. Compatible avec la classification PIGB/DIS [Système d'information et de données].	Comprend 17 catégories.	Utilisation de conclusions convergentes pour déterminer le type de couverture terrestre pour chaque catégorie de couverture terrestre saisonnière.	La classification a été établie à l'aide de tests de mesures décrivant la dynamique temporelle de la végétation au cours d'un cycle annuel.
Format des données (vectorielles/maillées)	Maillées	Maillées	Maillées	Maillées
Couverture spatiale	Mondiale	Mondiale	Mondiale	Mondiale
Année d'acquisition des données	1990	1992-1993	Avril 1992 - Mars 1993	1987
Résolution spatiale ou taille de grille	4 min x 4 min.	1 km x 1 km	1 km x 1 km	8 km x 8 km
Intervalle de révision (pour les ensembles de données de séries temporelles)	Sans objet	Sans objet	Sans objet	Sans objet
Description de la qualité	Comparaison des données de réalité de terrain et de l'ensemble de données.	Utilisation d'images satellite haute résolution pour la validation statistique de l'ensemble de données.	Exactitude du point d'échantillon : 59,4 pour cent. Exactitude pondérée par superficie : 66,9 pour cent (Scepan, 1999).	Pas de description
Adresse à contacter et URL de référence	tateishi@rsirc.cr.chiba-u.ac.jp http://ceres.cr.chiba-u.ac.jp:8080/usr-dir/you/ICHP/index.html	alan.belward@jrc.it http://www.ngdc.noaa.gov/paleo/igbp-dis/frame/coreprojects/index.html	icac@usgs.govhttp://edcdaac.usgs.gov/glcc/globe_int.html.	http://glcf.umiacs.umd.edu/data.html

Exemples d'ensembles de données internationales de couverture terrestre (Suite)				
Nom de l'ensemble de données	1° Land Cover Map from AVHRR	Base de données sur la couverture terrestre CORINE (CLC)	Digital Chart of the World	Global Map
Auteur	Dr. Ruth DeFries Université du Maryland à College Park, États-Unis	Agence européenne pour l'environnement	Produits ESRI [Institut de recherche pour l'environnement]	Produit par des organisations de cartographie nationales, et compilé par le Comité directeur international de la cartographie mondiale (ISCGM).
Brève description du contenu	L'ensemble de données décrit les distributions géographiques de onze grands types de couverture à partir des variations interannuelles des indices différentiels normalisés de végétation (NDVI).	Fournit un inventaire pan-européen de la couverture terrestre biophysique. La couverture terrestre CORINE est une base de données clé pour l'évaluation environnementale intégrée.	Carte de base mondiale des côtes, limites, couverture terrestre, etc. Contient plus de 200 attributs disposés en 17 couches thématiques avec annotations pour les caractéristiques géographiques.	Information géographique numérique à résolution de 1 km couvrant la totalité des terres avec des spécifications standardisées et disponible au public à un coût marginal.
Type de classification	Carte numérique comprenant 13 catégories	Utilise une nomenclature à 44 catégories.	8 caractéristiques sur l'agriculture/l'extraction et 7 caractéristiques sur la couverture de surface.	Se reporter à http://www.iscgm.org/gm-specifications11.pdf
Format des données (vectorielles/maillées)	Maillées	Maillées	Polygones vectoriels	Données maillées et vectorielles
Couverture spatiale	Mondial	Allemagne, Autriche, Belgique, Bulgarie, Danemark, Espagne, Finlande, France, Grèce, Hongrie, Irlande, Italie, Luxembourg, Pays-Bas, Pologne, Portugal, République tchèque, Roumanie, Royaume-Uni, Slovaquie, certaines parties du Maroc et de la Tunisie.	Couverture mondiale	Pays participants (90)
Année d'acquisition des données	1987	Selon le pays (couverture temporelle générale approximativement 1985-95)	Basé sur des cartes de navigation opérationnelle (ONC) de l'US Defense Mapping Agency. Période 1970-80. Référence à la couche de date de compilation.	Selon les pays participants.
Résolution spatiale ou taille de grille	1 x 1 degré	Base de données à grille 250 m x 250 m regroupées à partir des données vectorielles d'origine au 1 100 000e.	Échelle 1 1000 000°	Mailles 1 km x 1 km
Intervalles de révision (pour les ensembles de données de séries temporelles)	Sans objet	Projet de mise à jour Couverture terrestre CORINE (CLC) 2000 pour la mise à jour par rapport aux données des années 1990	Sans objet	Tous les cinq ans environ
Description de la qualité	Pas de description	Pas d'information spécifique disponible. Pour des informations nationales, se reporter à http://dataservice.eea.eu.int/dataservice/other/land_cover/lcsource.asp	Des informations sur la qualité des données existent à trois niveaux dans la base de données : caractéristique, couche et source.	Se reporter à http://www.iscgm.org/gm-specifications11.pdf .
Adresse à contacter et URL de référence	landcov@geog.umd.edu http://www.geog.umd.edu/landcover/1d-map.html	dataservice@eea.eu.int http://dataservice.eea.eu.int/dataservice/metadetails.asp?Tableau=couverture terrestre et i=1	http://www.esri.com/data/index.html	sec@iscgm.org http://www.iscgm.org/

Références

- Barr C.J., Bunce R.G.H., Clarke R.T., Furse M.T., Gillespie M.K., Groom G.G., Hallam C.J., Hornung M., Howard D.C. et Ness M.J. (1993). *Countryside Survey 1990, Main Report*. Département de l'environnement, Londres.
- Bernardos J.N., Viglizzo E.F., Jouvet V., Lértora F.A., Pordomingo S.J., et Aid F.D. (2001). The Use of EPIC Model to Study the Agroecological Change During 93 Years of Farming Transformation in the Argentine Pampas. *Agricultural Systems*, 69 : pp. 215-234.
- Cochran W.G. (1977). *Sampling Techniques*. J. Wiley and Sons, New York, Etats-Unis, 428 p. : p. 9.
- Congalton R.G. (1991). A Review of Assessing the Accuracy of Classifications of Remotely Sensed Data. *Remote Sensing of Environment*, 37(1) : pp. 35-46.
- Cressie N.A.C. (1993). *Statistics for Spatial Data*. John Wiley and Sons, New York, États-Unis.
- Darby H.C. (1970). Doomsday Book : The First Land Utilization Survey. *The Geographical Magazine*, 42(6) : pp. 416-423.
- Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) (1986). *Programme for the 1990 World Census of Agriculture*. FAO Statistical Development Series 2, FAO, Rome, Italie : 90 pp.
- Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) (1995). *Planning for Sustainable Use of Land Resources : Towards a New Approach*. Land and Water Bulletin 2, FAO, Rome, Italie : 60 pp.
- Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) (2002) *Proceedings of Expert Meeting on Harmonizing Forest-related Definitions for Use by Various Stakeholders*. FAO, Rome, Italie. Disponible auprès de : <http://www.fao.org/forestry/fop/fopw/Climate/doc/Y3431E.pdf>
- Fuller W.A. (1999). *Estimation Procedures for the United States National Resources Inventory, 1999. Proceedings of the Survey Methods Section, Statistical Society of Canada*. Disponible auprès de : http://www.nhq.nrcs.usda.gov/NRI/1997/stat_estimate.htm.
- Furby S. (2002). *Land Cover Change : Specification for Remote Sensing Analysis*. National Carbon Accounting System Technical Report No. 9, Australian Greenhouse Office, Canberra, Australie : 402 pp.
- Furby S. et Woodgate P. (éds) (2002). *Remote Sensing Analysis of Land Cover Change : Pilot Testing of Techniques*. National Carbon Accounting System Technical Report No. 16, Australian Greenhouse Office, Canberra, Australie : 354 pp.
- Haines-Young R.H. et 23 autres (2000). *Accounting for Nature : Assessing Habitats in the UK Countryside*. Department of the Environment, Transport and the Regions, Londres. ISBN 1 85112 460 8.
- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) (2000b). Watson R., Noble I.R., Bolin B., Ravindranath, N.H., Verardo D.J., et Dokken D.J. (éds). *Land use, Land-Use Change, and Forestry : A Special Report*. Cambridge University Press. Cambridge, Royaume-Uni.
- Lillesand T.M. et Kiefer R. W., (1999). *Remote Sensing and Image Interpretation*, John Wiley and Sons, New York, États-Unis. 2,29
- Nusser S.M. et Goebel J.J. (1997). The National Resources Inventory : A Long-Term Multi-Resource Monitoring Programme. *Environmental and Ecological Statistics*, 4 : pp. 181-204.
- Singh A. (1989). Digital Change Detection Techniques Using Remotely Sensed Data. *Int. J. Remote Sensing*, 10(6) : pp. 989-1003.
- Swanson B.E., Bentz R.P., et Sofranco, A.J. (éds) (1997). *Improving Agricultural Extension : A Reference Manual*. Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture, Rome, Italie.
- USGS (2001). http://edcdaac.usgs.gov/glcc/globe_int.html
- Viglizzo E.F., Lértora F., Pordomingo S.J., Bernardos J.N., Roberto Z.E. et Del Valle H. (2001). Ecological Lessons and Applications from one Century of Low External-Input Farming in the Pampas of Argentina. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 83 : pp. 65-81.

**RECOMMANDATIONS EN MATIÈRE
DE BONNES PRATIQUES POUR LE
SECTEUR CATF**

AUTEURS ET REVISEURS

Auteurs principaux coordinateurs

Gert-Jan Nabuurs (Pays-Bas), N.H. Ravindranath (Inde), et Keith Paustian (États-Unis)
Annette Freibauer (Allemagne), William Hohenstein (États-Unis), et Willy Makundi (Tanzanie)

Auteurs principaux

Harald Aalde (Norvège), Abdelazim Yassin Abdelgadir (Soudan), Anwar Sheikhdin Abdu Khalil (Bahreïn), James Barton (Nouvelle-Zélande), Kathryn Bickel (États-Unis), Samsudin Bin-Musa (Malaisie), Dominique Blain (Canada), Rizaldi Boer (Indonésie), Kenneth Byrne (Irlande), Carlos Cerri (Brésil), Lorenzo Ciccacese (Italie), David-Cruz Choque (Bolivie), Eric Duchemin (Canada), Lucien Dja (Côte d'Ivoire), Justin Ford-Robertson (Nouvelle-Zélande), Wojciech Galinski (Pologne), Jean-Claude Germon (France), Hector Ginzo (Argentine), Michael Gytarsky (Fédération Russe), Linda Heath (États-Unis), Denis Loustau (France), Tijani Mandouri (Maroc), Josef Mindas (Slovaquie), Kim Pingoud (Finlande), John Raison (Australie), Vladimir Savchenko (Belarus), Dieter Schöne (ONU-FAO), Risto Sievanen (Finlande), Kenneth Skog (États-Unis), Keith Smith (Royaume-Uni), et Deying Xu (Chine)

Auteurs

Mark Bakker (France), Martial Bernoux (France/Brésil), Jagtar Bhatti (Canada), Rich Conant (États-Unis), Mark Harmon (États-Unis), Yasuhiko Hirakawa (Japon), Toshiro Iehara (Japon), Moriyoshi Ishizuka (Japon), Esteban Jobbagy (Argentine), Jukka Laine (Finlande), Marna van der Merwe (Afrique du Sud), Indu K. Murthy (Inde), David Nowak (États-Unis), Steve Ogle (États-Unis), P. Sudha (Inde), Bob Scholes (Afrique du Sud), et Xiaoquan Zhang (Chine)

Réviseurs

Sergio González-Martineaux (Chili), Anke Herold (Allemagne), et Audun Rosland (Norvège)

Table des matières

3.1	INTRODUCTION	3.11
3.1.1	Inventaire et étapes de notification	3.11
3.1.2	Relations entre le présent chapitre et les catégories de notification des <i>Lignes directrices</i> du GIEC	3.11
3.1.2.1	Évolution du patrimoine forestier et des autres stocks de biomasse ligneuse	3.13
3.1.2.2	Conversion des forêts et prairies	3.13
3.1.2.3	Abandon des terres cultivées, pâturages ou terres exploitées.....	3.13
3.1.2.4	Émissions et absorptions de CO ₂ par les sols.....	3.14
3.1.2.5	Autres catégories de notification et cas spécifiques	3.14
3.1.3	Définitions des bassins de carbone	3.14
3.1.4	Méthodes générales	3.15
3.1.5	Niveaux méthodologiques	3.16
3.1.6	Choix de la méthode	3.17
3.1.7	Notification.....	3.20
3.1.8	Zones climatiques génériques.....	3.20
3.2	TERRES FORESTIERES	3.23
3.2.1	Terres forestières restant terres forestières.....	3.23
3.2.1.1	Variations des stocks de carbone de la biomasse vivante	3.24
3.2.1.2	Variations des stocks de carbone des bassins de matière organique morte	3.32
3.2.1.3	Variations des stocks de carbone des sols	3.38
3.2.1.4	Émissions de gaz à effet de serre sans CO ₂	3.46
3.2.2	Terres converties en terres forestières.....	3.51
3.2.2.1	Variations des stocks de carbone de la biomasse vivante	3.51
3.2.2.2	Variations des stocks de carbone de la matière organique morte.....	3.57
3.2.2.3	Variations des stocks de carbone des sols	3.60
3.2.2.4	Émissions de gaz à effet de serre sans CO ₂	3.66
3.2.3	Exhaustivité	3.66
3.2.4	Établissement de séries temporelles cohérentes.....	3.67
3.2.5	Notification et documentation.....	3.67
3.2.6	Assurance de la qualité/Contrôle de la qualité (AQ/CQ) des inventaires	3.68
3.3	TERRES CULTIVÉES	3.71
3.3.1	Terres cultivées restant terres cultivées	3.71
3.3.1.1	Variations des stocks de carbone de la biomasse vivante	3.72
3.3.1.2	Variations des stocks de carbone des sols	3.76
3.3.1.3	Émissions de gaz à effet de serre sans CO ₂	3.84

3.3.2	Terres converties en terres cultivées	3.85
3.3.2.1	Variations des stocks de carbone de la biomasse vivante	3.86
3.3.2.2	Variations des stocks de carbone des sols	3.91
3.3.2.3	Émissions de gaz à effet de serre sans CO ₂	3.95
3.3.3	Exhaustivité	3.97
3.3.4	Établissement de séries temporelles cohérentes.....	3.97
3.3.5	Notification et documentation.....	3.98
3.3.6	Assurance de la qualité/Contrôle de la qualité (AQ/CQ) des inventaires	3.98
3.3.7	Estimation des valeurs par défaut GPG de Niveau 1 révisées pour les émissions/ absorptions de carbone des sols des terres cultivées.....	3.99
3.4	PRAIRIES	3.107
3.4.1	Prairies restant prairies.....	3.107
3.4.1.1	Variations des stocks de carbone de la biomasse vivante	3.108
3.4.1.2	Variations des stocks de carbone des sols	3.113
3.4.1.3	Émissions de gaz à effet de serre sans CO ₂	3.123
3.4.2	Terres converties en prairies	3.123
3.4.2.1	Variations des stocks de carbone de la biomasse vivante	3.124
3.4.2.2	Variations des stocks de carbone des sols.....	3.130
3.4.2.3	Émissions de gaz à effet de serre sans CO ₂	3.134
3.4.3	Exhaustivité	3.134
3.4.4	Établissement de séries temporelles cohérentes.....	3.135
3.4.5	Notification et documentation.....	3.135
3.4.6	Assurance de la qualité/Contrôle de la qualité (AQ/CQ) des inventaires	3.135
3.4.7	Estimation des valeurs par défaut GPG révisées pour la gestion des prairies.....	3.136
3.5	ZONES HUMIDES	3.139
3.5.1	Zones humides restant zones humides	3.139
3.5.2	Terres converties en zones humides	3.139
3.5.2.1	Variations des stocks de carbone des terres converties à des fins d'extraction de tourbe	3.140
3.5.2.2	Variations des stocks de carbone des terres converties en terres inondées (réservoirs)	3.144
3.5.3	Exhaustivité	3.144
3.5.4	Établissement de séries temporelles cohérentes.....	3.144
3.5.5	Notification et documentation.....	3.145
3.5.6	Assurance de la qualité/Contrôle de la qualité (AQ/CQ) des inventaires	3.145
3.6	ETABLISSEMENTS	3.147
3.6.1	Établissements restant établissements.....	3.147
3.6.2	Terres converties en établissements.....	3.147
3.7	AUTRES TERRES	3.149
3.7.1	Autres terres restant autres terres.....	3.149
3.7.2	Terres converties en autres terres.....	3.149
3.7.2.1	Variations des stocks de carbone de la biomasse vivante	3.149

3.7.2.2	Variations des stocks de carbone des sols	3.151
3.7.3	Exhaustivité	3.153
3.7.4	Établissement de séries temporelles cohérentes.....	3.153
3.7.5	Notification et documentation.....	3.153
3.7.6	Assurance de la qualité/Contrôle de la qualité (AQ/CQ) des inventaires	3.153
Appendice 3A.1 Tableaux de valeurs par défaut pour la biomasse pour la Section 3.2 Terres forestières		3.155
Appendice 3A.2 Tableaux de notification et Feuilles de calculs		3.191
Appendix 3a.1 Produits ligneux récoltés : Base d'un futur développement méthodologique		3.261
Appendix 3a.2 Émissions sans CO ₂ résultant du drainage et de la ré-humidification des sols forestiers : Base d'un futur développement méthodologique		3.279
Appendix 3a.3 Zones humides restant zones humides : Base d'un futur développement méthodologique		3.283
Appendix 3a.4 Établissements: Base d'un futur développement méthodologique		3.301
Références		3.307

Équations

Équation 3.1.1	Variation annuelle des stocks de carbone d'un bassin donné en tant que fonction des gains et pertes.....	3.16
Équation 3.1.2	Variation annuelle des stocks de carbone d'un bassin donné.....	3.16
Équation 3.2.1	Émissions ou absorptions annuelles par des terres forestières restant terres forestières.....	3.23
Équation 3.2.2	Variation annuelle des stocks de carbone de la biomasse vivante des terres forestières restant terres forestières (Méthode par défaut).....	3.24
Équation 3.2.3	Variation annuelle des stocks de carbone de la biomasse vivante dans des terres forestières restant terres forestières (Méthode de variation des stocks).....	3.24
Équation 3.2.4	Augmentation annuelle des stocks de carbone due à l'accroissement de la biomasse des terres forestières restant terres forestières.....	3.25
Équation 3.2.5	Accroissement annuel moyen de la biomasse.....	3.26
Équation 3.2.6	Diminution annuelle des stocks de carbone due à la perte de biomasse des terres forestières restant terres forestières.....	3.26
Équation 3.2.7	Perte annuelle de carbone due aux abattages commerciaux.....	3.27
Équation 3.2.8	Perte annuelle de carbone due à la collecte de bois de feu.....	3.27
Équation 3.2.9	Autres pertes annuelles de carbone.....	3.28
Équation 3.2.10	Variation annuelle des stocks de carbone de la matière organique morte des terres forestières restant terres forestières.....	3.33
Équation 3.2.11	Variation annuelle des stocks de carbone du bois mort des terres forestières restant terres forestières (Option 1).....	3.34
Équation 3.2.12	Variation annuelle des stocks de carbone du bois mort des terres forestières restant terres forestières (Option 2).....	3.34
Équation 3.2.13	Variation annuelle des stocks de carbone de la litière des terres forestières restant terres forestières.....	3.35
Équation 3.2.14	Variation annuelle des stocks de carbone des sols minéraux des terres forestières restant terres forestières.....	3.41
Équation 3.2.15	Émissions de CO ₂ par les sols forestiers organiques drainés.....	3.42
Équation 3.2.16	Teneur en carbone organique des sols.....	3.44
Équation 3.2.17	Émissions directes de N ₂ O par les forêts gérées.....	3.46
Équation 3.2.18	Émissions directes de N ₂ O résultant de la fertilisation des forêts.....	3.47
Équation 3.2.19	Estimation des émissions de gaz sans CO ₂ à partir des émissions de C.....	3.49
Équation 3.2.20	Estimation des gaz à effet de serre émis directement par les feux.....	3.50
Équation 3.2.21	Variation annuelle des stocks de carbone des terres converties en terres forestières.....	3.51
Équation 3.2.22	Variation annuelle des stocks de carbone de la biomasse vivante des terres converties en terres forestières (Niveau 1).....	3.52
Équation 3.2.23	Augmentation annuelle des stocks de carbone de la biomasse vivante des terres converties en terres forestières.....	3.52
Équation 3.2.24	Diminution annuelle des stocks de carbone de la biomasse vivante due aux pertes des terres converties en terres forestières.....	3.53
Équation 3.2.25	Variation annuelle des stocks de carbone de la biomasse vivante des terres converties en terres forestières (Niveau 2).....	3.53

Équation 3.2.26	Variation des stocks de carbone de la biomasse vivante des terres converties en terres forestières.....	3.54
Équation 3.2.27	Variation annuelle des stocks de carbone du bois mort des terres converties en terres forestières.....	3.57
Équation 3.2.28	Variation annuelle des stocks de carbone du bois mort des terres converties en terres forestières.....	3.57
Équation 3.2.29	Variation annuelle des stocks de carbone de la litière des terres converties en terres forestières.....	3.58
Équation 3.2.30	Variation annuelle des stocks de carbone de la litière des terres converties en terres forestières.....	3.58
Équation 3.2.31	Variation annuelle des stocks de carbone des sols minéraux des terres converties en terres forestières.....	3.62
Équation 3.2.32	Variation annuelle des stocks de carbone des sols minéraux après boisement.....	3.63
Équation 3.2.33	Émissions de CO ₂ par les sols organiques drainés des terres converties en terres forestières.....	3.63
Équation 3.3.1	Variation annuelle des stocks de carbone des terres cultivées restant terres cultivées...	3.72
Équation 3.3.2	Variation annuelle des stocks de carbone des sols des terres cultivées restant terres cultivées.....	3.76
Équation 3.3.3	Variation annuelle des stocks de carbone des sols minéraux pour un système de terres cultivées.....	3.77
Équation 3.3.4	Variation annuelle des stocks de carbone des sols minéraux des terres cultivées restant terres cultivées.....	3.80
Équation 3.3.5	Émissions de CO ₂ par les sols organiques des terres cultivées restant terres cultivées..	3.81
Équation 3.3.6	Émissions annuelles de carbone résultant du chaulage agricole.....	3.82
Équation 3.3.7	Variation totale des stocks de carbone des terres converties en terres cultivées.....	3.85
Équation 3.3.8	Variation annuelle des stocks de carbone de la biomasse vivante des terres converties en terres cultivées.....	3.87
Équation 3.3.9	Variation des stocks de carbone à la suite du défrichage de la biomasse pour une conversion des terres.....	3.88
Équation 3.3.10	Pertes de carbone dues au brûlage de la biomasse, sur site et hors site.....	3.88
Équation 3.3.11	Pertes de carbone résultant de la décomposition de la biomasse.....	3.89
Équation 3.3.12	Variation annuelle des stocks de carbone des sols des terres converties en terres cultivées.....	3.91
Équation 3.3.13	Émissions annuelles totales de N ₂ O par les sols minéraux des terres converties en terres cultivées.....	3.96
Équation 3.3.14	Émissions de N ₂ O à la suite de la perturbation associée à la conversion de terres forestières, prairies, ou autres terres en terres cultivées.....	3.96
Équation 3.3.15	Émissions annuelles d'azote dues à la minéralisation organique nette des sols à la suite de la perturbation (basé sur le c minéralisé des sols).....	3.96
Équation 3.4.1	Variation annuelle des stocks de carbone des prairies restant prairies.....	3.107
Équation 3.4.2	Variation annuelle des stocks de carbone de la biomasse vivante des prairies restant prairies.....	3.108
Équation 3.4.3	Variation annuelle des stocks de carbone de la biomasse vivante des prairies restant prairies.....	3.109
Équation 3.4.4	Variation annuelle pour la biomasse vivante (méthode par taux).....	3.109
Équation 3.4.5	Variation annuelle pour la biomasse vivante (méthode par différence).....	3.110
Équation 3.4.6	Biomasse totale.....	3.110

Équation 3.4.7	Variation annuelle des stocks de carbone des sols des prairies restant prairies	3.113
Équation 3.4.8	Variation annuelle des stocks de carbone des sols minéraux pour un système de prairies	3.114
Équation 3.4.9	Variation annuelle des stocks de carbone des sols minéraux pour toutes les prairies restant prairies.....	3.115
Équation 3.4.10	Émissions de CO ₂ par les sols organiques cultivés des prairies restant prairies	3.116
Équation 3.4.11	Émissions annuelles de carbone résultant du chaulage agricole.....	3.117
Équation 3.4.12	Variation totale des stocks de carbone des terres converties en prairies.....	3.124
Équation 3.4.13	Variation annuelle des stocks de carbone de la biomasse vivante des terres converties en prairies	3.126
Équation 3.4.14	Variation des stocks de carbone à la suite du défrichage de la biomasse pour une conversion des terres	3.127
Équation 3.4.15	Pertes de carbone dues au brûlage de la biomasse, sur site et hors site	3.127
Équation 3.4.16	Pertes de carbone résultant de la décomposition de la biomasse.....	3.127
Équation 3.4.17	Variation annuelle des stocks de carbone des sols des terres converties en prairies (TP).....	3.130
Équation 3.5.1	Variation des stocks de carbone des terres converties en zones humides.....	3.140
Équation 3.5.2	Variation annuelle des stocks de carbone des terres converties à des fins d'extraction de tourbe.....	3.140
Équation 3.5.3	Variation annuelle des stocks de carbone de la biomasse vivante des terres converties à des fins d'extraction de tourbe.....	3.141
Équation 3.5.4	Variation annuelle des stocks de carbone des sols des terres converties à des fins d'extraction de tourbe.....	3.141
Équation 3.5.5	Variation annuelle des stocks de carbone résultant du drainage des sols organiques convertis à des fins d'extraction de tourbe.....	3.142
Équation 3.5.6	Variation annuelle des stocks de carbone de la biomasse vivante des terres converties en terres inondées	3.144
Équation 3.6.1	Variation annuelle des stocks de carbone de la biomasse vivante des terres forestières converties en établissements (FE).....	3.147
Équation 3.7.1	Variation annuelle des stocks de carbone des terres converties en « Autres terres »	3.149
Équation 3.7.2	Variation annuelle des stocks de carbone de la biomasse vivante des terres converties en « Autres terres ».....	3.150
Équation 3.7.3	Variation annuelle des stocks de carbone des sols minéraux des terres converties en « Autres terres ».....	3.152

Figures

Figure 3.1.1	Diagramme décisionnel pour l'identification d'un niveau approprié pour des terres restant dans la même catégorie d'utilisation des terres (dans cet exemple, terres forestières restant terres forestières, FF)	3.18
Figure 3.1.2	Diagramme décisionnel pour l'identification d'un niveau approprié pour des terres converties en une autre catégorie d'utilisation des terres (dans cet exemple, terres converties en terres forestières, TF)	3.19
Figure 3.2.1	Deux valeurs du carbone organique des sols moyennées dans le temps, correspondant à différentes combinaisons de sols forestiers, pratiques de gestion et régimes de perturbations	3.40

Tableaux

Tableau 3.1.1	Correspondances entre les sections du Chapitre 5 des <i>Lignes directrices du GIEC</i> – version 1996 – et les sections du chapitre 3 du présent rapport	3.12
Tableau 3.1.2	Définitions pour les bassins terrestres utilisées au Chapitre 3.....	3.15
Tableau 3.1.3	Sous-catégories dans une section d'utilisation des terres.....	3.20
Tableau 3.2.1	Valeurs par défaut mises à jour pour les stocks de carbone de la litière et périodes de transition	3.36
Tableau 3.2.2	Valeurs par défaut mises à jour des taux de mortalité naturelle, stocks de bois mort, et rapport biomasse sur pied/morte	3.37
Tableau 3.2.3	Valeurs par défaut pour le facteur d'émission CO ₂ -C pour les sols organiques drainés des forêts gérées	3.42
Tableau 3.2.4	Valeurs de référence par défaut (sous végétation naturelle) pour les stocks de carbone organique des sols (COS _{REF})	3.43
Tableau 3.2.5	Sources d'incertitude pour les estimations d'émission/d'absorption de CO ₂ pour les sols forestiers et les bassins de MOM.....	3.61
Tableau 3.3.1	Descriptions des niveaux pour les sous-catégories de la catégorie terres cultivées restant terres cultivées.....	3.72
Tableau 3.3.2	Coefficients par défaut pour la biomasse ligneuse aérienne et les cycles de récoltes des systèmes de cultures à espèces vivaces.....	3.73
Tableau 3.3.3	Valeurs de référence par défaut (sous végétation naturelle) pour les stocks de carbone organique des sols (COS _{REF})	3.78
Tableau 3.3.4	Facteurs de variation des stocks relatifs (F _{UT} , F _{RG} , et F _A) (sur 20 ans) pour différentes activités de gestion sur des terres cultivées	3.79
Tableau 3.3.5	Facteurs d'émissions annuelles (FE) pour les sols organiques cultivés	3.81
Tableau 3.3.6	Descriptions par niveau pour les sous-catégories pour les terres converties en terres cultivées	3.86
Tableau 3.3.7	Valeurs par défaut des stocks de carbone de la biomasse absorbés suite à la conversion des terres en terres cultivées	3.89
Tableau 3.3.8	Valeurs par défaut des stocks de carbone de la biomasse présents sur les terres converties en terres cultivées pour l'année postérieure à la conversion.....	3.90
Tableau 3.3.9	Facteurs relatifs de variation des stocks de carbone des sols (F _{UT} , F _{RG} , F _A) pour les conversions en terres cultivées.....	3.94
Tableau 3.4.1	Descriptions des niveaux pour les sous-catégories de la catégorie prairies restant prairies	3.108
Tableau 3.4.2	Estimations par défaut pour la biomasse sur pied des prairies (exprimée en matière sèche) et pour la production primaire aérienne nette, classées par zones climatiques du GIEC.....	3.111
Tableau 3.4.3	Facteurs d'expansion par défaut (rapports système racinaire/système foliace [R:F]) pour les principaux écosystèmes savanes/parcours mondiaux.....	3.112
Tableau 3.4.4	Valeurs de référence par défaut (sous végétation naturelle) pour les stocks de carbone organique des sols (COS _{REF})	3.120
Tableau 3.4.5	Facteurs de variation des stocks relatifs pour la gestion des prairies	3.121
Tableau 3.4.6	Facteurs d'émission annuels (FE) pour les sols organiques des prairies gérées.....	3.121

Tableau 3.4.7	Descriptions des niveaux pour les sous-catégories pour les terres converties en prairies	3.125
Tableau 3.4.8	Valeurs par défaut des stocks de carbone de la biomasse absorbés suite à la conversion des terres en prairies	3.128
Tableau 3.4.9	Valeurs par défaut des stocks de carbone de la biomasse présents sur les terres converties en prairies.	3.129
Tableau 3.4.10	Facteurs relatifs de variation des stocks de carbone des sols pour les conversions en prairies.....	3.132
Tableau 3.5.1	Sections et appendices présentant les principales émissions de gaz à effet de serre par des zones humides gérées dans le présent rapport	3.139
Tableau 3.5.2	Facteurs d'émissions et incertitude associée pour les sols organiques après drainage.	3.142

Encadrés

Encadré 3.1.1	Structure des niveaux dans les recommandations en matière de bonnes pratiques	3.17
Encadré 3.2.1	Sols organiques, tourbières et zones humides	3.39
Encadré 3.3.1	Bonnes pratiques pour l'obtention de facteurs d'émissions spécifiques au pays	3.97

3.1 INTRODUCTION

Le Chapitre 3 contient des recommandations pour l'estimation des émissions et absorptions de CO₂ et de gaz sans CO₂ pour le secteur de l'Utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie (UTCATF), correspondant au Chapitre 5 des *Lignes directrices du GIEC* pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre – Version révisée 1996 (*Lignes directrices du GIEC*).

Il contient également deux nouveaux points importants :

- (i) Introduction de trois niveaux méthodologiques hiérarchiques, depuis l'utilisation de données par défaut et d'équations simples, jusqu'à celle de données spécifiques au pays et de modèles reflétant les circonstances nationales. Appliqués correctement, ces niveaux permettent de réduire l'incertitude et d'améliorer l'exactitude des estimations.
- (ii) Utilisation des catégories d'utilisation des terres (du Chapitre 2) pour organiser la structure méthodologique et faciliter : a) une notification transparente, b) l'association des bassins de carbone aériens et souterrains (pour les niveaux supérieurs), tout en permettant une comparaison avec la notification recommandée par les *Lignes directrices du GIEC*.

Dans le présent rapport, les méthodologies sont organisées par catégories d'utilisation des terres (six sections), par grands bassins de carbone et de gaz sans CO₂, et par niveaux, et sont en accord avec les autres chapitres du rapport.

3.1.1 Inventaires et étapes de notification

La séquence générale pour l'inventaire et la notification des émissions et absorptions est décrite ci-dessous. Conformément aux *bonnes pratiques*, les pays devront suivre ces étapes, ainsi que celles indiquées dans chaque section du présent chapitre, pour estimer les émissions et absorptions :

- (i) Estimer les superficies terrestres dans chaque catégorie d'utilisation des terres pour la période étudiée, à l'aide des trois méthodes pour la représentation des superficies décrites au Chapitre 2.
- (ii) Évaluer les catégories clés pour les catégories UTCATF pertinentes à l'aide des recommandations des Chapitres 3 et 5. Pour les catégories clés, évaluer les gaz sans CO₂ et les bassins de carbone significatifs, et donner priorité à ces bassins au niveau du choix méthodologique.
- (iii) Vérifier que les exigences relatives aux facteurs d'émission et d'absorption et aux données d'activités appropriées pour le niveau méthodologique sont respectées.
- (iv) Quantifier les émissions et absorptions et estimer l'incertitude pour chaque estimation, comme indiqué au Chapitre 5 et dans les sections spécifiques au secteur du présent chapitre.
- (v) Utiliser les tableaux de notification pour la présentation des estimations d'émissions et d'absorptions. Utiliser les feuilles de travail selon les besoins (voir Appendice 3A.2).
- (vi) Documenter et archiver toutes les données utilisées pour produire les estimations nationales d'émissions et absorptions, en respectant les instructions spécifiques pour chaque catégorie d'utilisation des terres, bassin de carbone, source sans CO₂, et changement d'affectation des terres.
- (vii) Mettre en oeuvre des contrôles de la qualité, vérifications et examens par des tiers experts des estimations d'émissions, en respectant des recommandations spécifiques pour chaque catégorie d'utilisation des terres, bassin ou gaz sans CO₂ (pour des recommandations générales, voir également le Chapitre 5).

3.1.2 Relations entre le présent chapitre et les catégories de notification des *Lignes directrices du GIEC*

Le Chapitre 3 est divisé en six sections basées sur des catégories d'utilisation des terres ; chaque section est elle-même sub-divisée en deux sous-sections basées sur la situation et l'historique récent de l'utilisation des terres.

- La première sous-section concerne les terres ayant la même affectation au début et à la fin d'une période d'inventaire.
- La deuxième sous-section concerne les terres converties en vue de l'utilisation couverte par la section.

Le Tableau 3.1.1 présente les sections et les sous-sections du présent chapitre par rapport aux *Lignes directrices du GIEC*. Ceci constitue une base de comparaison, décrite plus en détail ci-dessous.

TABLEAU 3.1.1			
CORRESPONDANCES ENTRE LES SECTIONS DU CHAPITRE 5 DES <i>LIGNES DIRECTRICES DU GIEC</i> – VERSION 1996 – ET LES SECTIONS DU CHAPITRE 3 DU PRESENT RAPPORT			
Utilisation des terres pendant la période initiale	Utilisation des terres pendant l'année de notification (en cours)	Sous-section du Chapitre 3¹	<i>Lignes directrices du GIEC</i>²
Terres forestières	Terres forestières	3.2.1	5 A
Terres cultivées	Terres forestières	3.2.2	5 A, 5 C, 5 D
Prairies	Terres forestières	3.2.2	5 A, 5 C, 5 D
Zones humides	Terres forestières	3.2.2	5 A, 5 C, 5 D
Établissements	Terres forestières	3.2.2	5 A, 5 C, 5 D
Autres terres	Terres forestières	3.2.2	5 A, 5 C, 5 D
Terres cultivées	Terres cultivées	3.3.1	5 A, 5 D
Terres forestières	Terres cultivées	3.3.2	5 B, 5 D
Prairies	Terres cultivées	3.3.2	5 B, 5 D
Zones humides	Terres cultivées	3.3.2	5 D
Établissements	Terres cultivées	3.3.2.	5 D
Autres terres	Terres cultivées	3.3.2.	5 D
Prairies	Prairies	3.4.1	5 A, 5 D
Terres forestières	Prairies	3.4.2	5 B, 5 D
Terres cultivées	Prairies	3.4.2	5 C, 5 D
Zones humides	Prairies	3.4.2	5 C, 5 D
Établissements	Prairies	3.4.2	5 C, 5 D
Autres terres	Prairies	3.4.2	5 C, 5 D
Zones humides	Zones humides	3.5.1	5 A, 5 E
Terres forestières	Zones humides	3.5.2	5 B
Terres cultivées	Zones humides	3.5.2	5 E
Prairies	Zones humides	3.5.2	5 B
Établissements	Zones humides	3.5.2	5 E
Autres terres	Zones humides	3.5.2	5 E
Établissements	Établissements	3.6.1	5 A
Terres forestières	Établissements	3.6.2	5 B
Terres cultivées	Établissements	3.6.2	5 E
Prairies	Établissements	3.6.2	5 B
Zones humides	Établissements	3.6.2	5 E
Autres terres	Établissements	3.6.2	5 E
Autres terres	Autres terres	3.7.1	5 A
Terres forestières	Autres terres	3.7.2	5 B
Terres cultivées	Autres terres	3.7.2	5 E
Prairies	Autres terres	3.7.2	5 B
Zones humides	Autres terres	3.7.2	5 E
Établissements	Autres terres	3.7.2	5 E

¹ Combine les sols et la biomasse ; les caractères gras représentent la « Conversion des forêts et prairies » des *Lignes directrices du GIEC*.

² Les *Lignes directrices du GIEC* couvrent les catégories suivantes : 5A Évolution du patrimoine forestier et des autres stocks de biomasse ligneuse ; 5B Conversion des forêts et des prairies ; 5C Abandon des terres exploitées ; 5D Émissions et absorptions de CO₂ par les sols ; et Autres terres (Instructions sur la notification pp. 1.14 - 1.16)

3.1.2.1 ÉVOLUTION DU PATRIMOINE FORESTIER ET DES AUTRES STOCKS DE BIOMASSE LIGNEUSE

Comme pour les *Lignes directrices du GIEC*, les *Recommandations en matière de bonnes pratiques* couvrent les forêts gérées, lesquelles peuvent être définies comme suit :

On entend par « gestion des forêts » un ensemble d'opérations effectuées pour administrer et exploiter les forêts de manière à ce qu'elles remplissent durablement certaines fonctions écologiques, économiques et sociales pertinentes... Une forêt gérée est une forêt qui fait l'objet d'une gestion des forêts¹.

Cette définition sous-entend que les forêts gérées font l'objet d'interventions humaines périodiques ou permanentes et qu'elles incluent l'éventail complet des pratiques de gestion, depuis la production de bois d'oeuvre jusqu'à l'administration à des fins non commerciales. La Section 3.2.1 couvre les terres forestières restant terres forestières. La gestion et la conversion en forêts sont examinées à la Section 3.2.2 Terres converties en terres forestières.

La section sur les terres forestières contient des recommandations pour tous les bassins de carbone et les gaz sans CO₂, à l'exception des produits ligneux récoltés (PLR). Les *Lignes directrices du GIEC* contiennent des références au traitement des PLR, et les pays qui choisissent d'estimer les variations des stocks de carbone pour les produits ligneux récoltés peuvent trouver des recommandations d'ordre méthodologique à l'Appendice 3a.1. Les *Lignes directrices du GIEC* abordent la question des « Autres stocks de biomasse ligneuse », à savoir la biomasse vivace des terres cultivées et des pâturages, ainsi que les arbres des zones urbaines. Des recommandations plus détaillées à ce sujet figurent dans les *Recommandations en matière de bonnes pratiques*, aux sections intitulées « Variations des bassins de carbone de la biomasse ». Les variations des stocks de carbone de la biomasse ligneuse vivace sont examinées aux sections sur la biomasse pour chaque catégorie d'utilisation des terres. Les arbres des zones urbaines sont examinés à la Section 3.6 et à l'Appendice 3a.4.

3.1.2.2 CONVERSION DES FORÊTS ET PRAIRIES

La section sur la conversion des forêts et prairies des *Lignes directrices du GIEC* inclut la conversion des forêts existantes et des prairies naturelles, notamment leur conversion en terres cultivées. Le défrichage des forêts peut avoir divers objectifs, mais, dans la plupart des cas, il est effectué en vue de la conversion des forêts en pâturages et en terres cultivées. Les *Lignes directrices du GIEC* examinaient cet aspect précis des terres forestières, principalement les variations du carbone des bassins de biomasse. Le présent rapport examine systématiquement les conversions des terres, à partir de l'utilisation finale des terres. Des recommandations sont fournies pour chaque section intitulée « Terres converties en une autre catégorie d'utilisation des terres », et, séparément, pour les variations de tous les bassins de carbone.

On peut obtenir une estimation récapitulative de la conversion des forêts ou prairies à d'autres fins, par la somme de chaque conversion individuelle pour ces catégories de terres. Pour les émissions et absorptions de CO₂ résultant de la conversion des forêts, on peut obtenir le total par la somme des Équations 3.3.7, 3.4.12, 3.5.1, 3.6.1, et 3.7.1 pour les conversions des forêts en une autre catégorie. De même, pour les prairies, on peut obtenir le total par la somme de ces équations pour les conversions de prairies. Les *bonnes pratiques* consistent à estimer et présenter séparément la somme de toutes les conversions de terres forestières (déboisement) et des conversions de prairies à d'autres fins. Un tableau de notification figure à l'Appendice 3A.2 (Tableau 3A.2.1B).

3.1.2.3 ABANDON DES TERRES CULTIVÉES, PÂTURAGES OU AUTRES TERRES EXPLOITÉES

Les *Lignes directrices du GIEC* sont axées principalement sur des terres qui ré-accumulent le carbone dans la biomasse une fois revenues à leur état quasi-naturel suite à un abandon ou à un reboisement actif. Cependant, les terres peuvent aussi rester constantes ou continuer à se dégrader en ce qui concerne la ré-accumulation de carbone.

Les terres cultivées et les prairies peuvent être laissées à l'abandon ou converties en vue d'autres utilisations, ce qui influe sur les variations nettes du carbone de la biomasse. C'est pourquoi des recommandations sur l'estimation de ces variations figurent dans diverses sections, en fonction de la nouvelle utilisation des terres après la conversion. L'éventail des conversions des terres spécifiques peut être résumé pour une évaluation globale des variations du carbone suite à l'abandon des terres cultivées, pâturages ou autres terres exploitées, comme indiqué au Tableau 3.1.1.

¹ Actes de la réunion d'experts sur l'harmonisation des définitions forestières utilisées par les différentes parties prenantes, FAO, Rome, septembre 2002 (FAO 2003)

3.1.2.4 ÉMISSIONS ET ABSORPTIONS DE CO₂ PAR LES SOLS

Dans les *Lignes directrices du GIEC*, cette question est sub-divisée comme suit : a) Culture des sols minéraux ; b) Culture des sols organiques ; et c) Chaulage des sols agricoles. En général, dans le présent chapitre, chaque section sur un type d'utilisation des terres examine les variations du carbone des sols pour ces terres, dans la même catégorie d'utilisation, ou après une conversion récente.

Les recommandations sur l'estimation des variations des stocks de carbone des sols résultant des pratiques de gestion figurent sous l'intitulé « Terres cultivées restant terres cultivées », et « Prairies restant prairies », dans la sous-section intitulée « Variations des stocks de carbone des sols », qui contient des recommandations séparées pour les sols minéraux et organiques. Les variations des stocks de carbone des sols après conversion en terres cultivées ou en prairies sont aussi examinées, dans les sous-sections sur la conversion. Une évaluation totale des variations des stocks de carbone des sols résultant de la culture des sols minéraux est fournie par la somme des variations des stocks de carbone pour une période donnée, suite à des changements de gestion qui influent sur le carbone des sols.

Le drainage des sols tourbeux à des fins de boisement est examiné dans la section sur les sols des terres forestières. Toutes les émissions de gaz à effet de serre par les zones humides restant zones humides sont présentées à l'Appendice 3a.3. La culture des sols organiques, au sens de l'extraction de tourbe, est examinée dans la Section 3.5 du présent rapport, sous l'intitulé Terres converties à des fins d'extraction de tourbe.

Les recommandations méthodologiques relatives au chaulage des sols agricoles sont présentées comme dans les *Lignes directrices du GIEC*.

3.1.2.5 AUTRES CATEGORIES DE NOTIFICATION ET CAS SPECIFIQUES

Les *Lignes directrices du GIEC* décrivent brièvement des questions générales et des méthodes pour d'autres catégories. Les problèmes sont souvent complexes et, à l'époque de l'élaboration des *Lignes directrices du GIEC*, on ne disposait pas de méthodologies concertées. Le présent chapitre examine certaines de ces catégories plus en détail. Les « Autres catégories possibles » telles qu'elles sont examinées dans les *Lignes directrices du GIEC* incluent explicitement la biomasse souterraine, les perturbations naturelles (y compris les feux), les cultures itinérantes, et l'inondation et le drainage des zones humides. Des informations sur l'estimation des émissions et absorptions de CO₂ et de gaz sans CO₂ par les zones humides gérées (y compris les terres tourbeuses et les terres inondées), et pour les établissements restant établissements, figurent aux Appendices 3a.3 et 3a.4, respectivement, en raison du caractère préliminaire des méthodes et données disponibles pour ces types d'utilisation des terres. Les méthodes d'estimation pour la biomasse souterraine sont incluses explicitement dans la section sur les variations des stocks de carbone de la biomasse forestière (Sections 3.2.1.1 et 3.2.2.1) ; des options pour l'inclusion de la biomasse souterraine dans les utilisations de terres non forestières figurent dans d'autres sections. Les émissions de gaz sans CO₂ résultant du drainage et de la ré-humidification des sols forestiers sont examinées à l'Appendice 3a.2.

Les *Recommandations en matière de bonnes pratiques* ne modifient pas les hypothèses fondamentales selon lesquelles les changements d'affectation des terres ont un impact linéaire sur les matières organiques des sols pendant vingt ans avant l'établissement d'un nouvel équilibre (Niveau 1), avec possibilité de périodes successives de vingt ans pour la prise en compte de constantes temporelles plus longues dans les zones tempérées et boréales. En d'autres termes, lors du changement d'affectation d'une superficie terrestre, celle-ci est suivie dans cet « état modifié » pendant vingt ans, avec notification des effets sur les émissions et absorptions de CO₂ et de gaz sans CO₂ pour l'année initiale (1) et finale (20). Les méthodes de modélisation de Niveau 3 peuvent faire appel à d'autres hypothèses. Les terres seront présentées dans une catégorie de conversion pendant vingt ans, avant d'être présentées dans une « catégorie restante », sauf s'il y a d'autres changements.

Les perturbations naturelles (tempêtes, incendies, insectes, mais seulement sur les terres exploitées) sont incluses pour leurs effets sur le CO₂ et les gaz sans CO₂. Lorsque des perturbations naturelles sur des terres non exploitées sont suivies par un changement d'affectation des terres, les effets de la perturbation sur le CO₂ et les gaz sans CO₂ doivent être notifiés.

3.1.3 Définitions des bassins de carbone

Dans le présent rapport, les méthodologies sont organisées d'abord par catégories d'utilisation de terres, comme décrit plus haut, puis par grands bassins. Le Tableau 3.1.2 présente une représentation générique de ces bassins au sein d'un écosystème terrestre. Ces bassins sont examinés dans les *Lignes directrices du GIEC*, mais, dans certains cas, les recommandations sont minimales.

TABLEAU 3.1.2
DEFINITIONS POUR LES BASSINS TERRESTRES UTILISEES AU CHAPITRE 3

Bassin ²		Description (voir également les remarques ci-dessous en italiques)
Biomasse vivante	Biomasse aérienne	Totalité de la biomasse vivante ³ aérienne, y compris les tiges, souches, branches, écorces, semences et feuillage. <i>Remarque : Lorsque le sous-étage forestier est un élément relativement peu important du bassin de carbone de la biomasse aérienne, on peut ne pas l'inclure dans les méthodes et les données associées utilisées pour certains niveaux, à condition d'utiliser les niveaux avec cohérence dans les séries temporelles de l'inventaire comme indiqué au Chapitre 5.</i>
	Biomasse souterraine	Totalité de la biomasse de racines vivantes. Les racines minces de moins de 2 mm de diamètre (suggestion) sont quelquefois exclues car souvent il n'est pas possible de les distinguer empiriquement des matières organiques du sol ou de la litière.
Matière organique morte	Bois mort	Totalité de la biomasse ligneuse morte qui n'est pas contenue dans la litière, et qui est sur pied, au sol ou dans le sol. Inclut le bois au sol, les racines mortes, et les souches de diamètre égal ou supérieur à 10 cm ou tout autre diamètre adopté par le pays.
	Litière	Totalité de la biomasse morte de diamètre inférieur à un diamètre minimum choisi par le pays (10 cm, par exemple), à divers stades de décomposition, et située au-dessus du sol minéral ou organique. Ceci inclut la litière, les couches fumiennes et humiques. Les racines vivantes minces (inférieures au diamètre minimum adopté pour la biomasse souterraine) sont incluses dans la litière lorsqu'il n'est pas possible de les distinguer empiriquement de la litière.
Sols	Matières organiques du sol	Inclut le carbone organique des sols minéraux et organiques (y compris la tourbe) à une profondeur spécifiée choisie par le pays et utilisée avec cohérence dans la série temporelle. Les racines vivantes minces (inférieures au diamètre adopté pour la biomasse souterraine) sont incluses dans les matières organiques du sol lorsqu'il n'est pas possible de les distinguer empiriquement.
<i>Remarque : Les définitions des bassins utilisées ici pourront devoir être légèrement modifiées en raison des circonstances nationales. Si ces définitions ont été modifiées, les bonnes pratiques consistent à le signaler clairement, pour assurer une utilisation des définitions modifiées temporellement cohérente, et démontrer l'absence d'omission ou de double comptage pour les bassins.</i>		

3.1.4 Méthodes générales

Le Chapitre 3 utilise les mêmes méthodologies fondamentales que les *Lignes directrices du GIEC*, lesquelles précisent :

La base fondamentale pour la méthodologie s'appuie sur deux thèmes liés : i) le flux de CO₂ vers ou provenant de l'atmosphère est supposé être égal aux variations des stocks de carbone de la biomasse et des sols existants, et ii) les variations des stocks de carbone peuvent être estimées en calculant d'abord les taux de changements d'affectation des terres et les pratiques utilisées pour effectuer ce changement (brûlage, coupes blanches, coupes sélectives, etc.). De plus, des hypothèses ou des données simples sont appliquées pour ce qui est de leur incidence sur les stocks de carbone et la réponse biologique à une utilisation des terres spécifique.

La méthode de premier ordre décrite ci-dessus constitue le point de départ des méthodologies fondamentales décrites dans le présent chapitre pour les estimations des variations des bassins de carbone. Cette méthode peut être généralisée et appliquée à tous les bassins de carbone (biomasse aérienne, biomasse souterraine, bois mort, litière, et sols), et, au besoin, sub-divisée pour refléter les différences entre les écosystèmes, les zones climatiques et les modes de gestion. L'Équation 3.1.1 illustre la méthode générale pour estimer les variations des stocks de carbone à partir des taux d'émission et d'absorption de carbone par superficie d'utilisation des terres.

Dans la plupart des approximations de premier ordre, les « données d'activités » sont exprimées en termes de superficie d'utilisation ou de changement d'affectation des terres. Conformément aux recommandations générales, on obtient les estimations des sources/puits en multipliant les données d'activités par un coefficient des stocks de carbone ou « facteur d'émission ». Des recommandations sont présentées pour tous les bassins de carbone pertinents et les conversions de terres. L'éventail complet des changements d'affectation des terres est couvert systématiquement et des valeurs par défaut sont fournies pour les périodes de conversion.

² Selon l'hypothèse par défaut des *Lignes directrices du GIEC*, le carbone émis par la biomasse ligneuse et autre biomasse forestière est oxydé pendant l'année d'émission. Les pays peuvent présenter des estimations pour les bassins de produits ligneux récoltés s'ils peuvent documenter une augmentation des stocks des produits ligneux. L'Appendice 3a.1 contient des recommandations pour les pays et des informations susceptibles d'être utilisées pour le développement de méthodologies futures sous réserve de décisions par la CCNUCC.

³ Exprimé en tonnes de poids sec.

ÉQUATION 3.1.1
VARIATION ANNUELLE DES STOCKS DE CARBONE D'UN BASSIN DONNE EN TANT QUE FONCTION
DES GAINS ET PERTES

$$\Delta C = \sum_{ijk} (S_{ijk} \lambda (C_G - C_L)_{ijk})$$

Où : ΔC = variation des stocks de carbone du bassin, tonnes C an⁻¹

S = superficie terrestre, ha

ijk = correspond au type de climat i , type de forêt j , pratique de gestion k , etc ...

C_G = taux de gains de carbone, tonnes C ha⁻¹ an⁻¹

C_P = taux de pertes de carbone, tonnes C ha⁻¹ an⁻¹

Les *Lignes directrices du GIEC* proposent une autre méthode dans laquelle les stocks de carbone sont mesurés pour deux points temporels afin d'évaluer les variations des stocks de carbone. L'Équation 3.1.2 illustre la méthode générique pour ce type d'estimation des variations des stocks de carbone. Cette deuxième méthode est présentée dans le présent chapitre, en tant qu'option utilisable dans certains cas.

ÉQUATION 3.1.2
VARIATION ANNUELLE DES STOCKS DE CARBONE D'UN BASSIN DONNE

$$\Delta C = \sum_{ijk} (C_{t_2} - C_{t_1}) / (t_2 - t_1)_{ijk}$$

Où : C_{t_1} = stocks de carbone du bassin au point temporel t_1 , tonnes C

C_{t_2} = stocks de carbone du bassin au point temporel t_2 , tonnes C

En dépit de la nécessité d'une notification annuelle des sources et des puits, l'élaboration annuelle d'inventaires nationaux pour tous les bassins n'est pas indispensable, étant donné qu'on peut interpoler les données d'un inventaire national établi sur un cycle de cinq à dix ans. Des conseils sur l'emploi de l'interpolation et de l'extrapolation pour associer des sources de données figurent au Chapitre 5.

Plusieurs sources de gaz à effet de serre sans CO₂ imputables à l'utilisation des terres sont examinées au chapitre sur l'agriculture (Chapitre 4) des *Lignes directrices du GIEC* et aux sections correspondantes de *GBP2000*. Le Chapitre 4 des *Lignes directrices du GIEC* et *GBP2000* couvrent les émissions de CH₄ et de N₂O imputables au brûlage de la savane et des résidus agricoles, les émissions directes et indirectes de N₂O par les terres agricoles, et les émissions de CH₄ par les rizières. Des recommandations sur les émissions de gaz à effet de serre dues à la fraction de biomasse dans les déchets éliminés dans les sites d'élimination des déchets solides ou incinérés figurent au chapitre sur les déchets des *Lignes directrices du GIEC* et de *GBP2000*.

Ces recommandations en matière de bonnes pratiques contiennent des informations supplémentaires sur l'application et le développement du chapitre sur l'agriculture des *Lignes directrices du GIEC* et de *GBP2000* à ces catégories supplémentaires d'utilisation et de changement d'affectation des terres :

- Gaz sans CO₂ (N₂O et CH₄) imputables aux feux de forêts (Section 3.2.1.4) ;
- Émissions de N₂O imputables aux forêts gérées (fertilisées) (Section 3.2.1.4) ;
- Émissions de N₂O imputables au drainage des sols forestiers (Appendice 3a.2) ;
- Émissions de N₂O et CH₄ imputables aux zones humides gérées (Appendice 3a.3) ; et
- Émissions de N₂O par les sols à la suite de la conversion des terres (Sections 3.3.2.3 et 3.4.2.3).

3.1.5 Niveaux méthodologiques

Le présent chapitre décrit trois niveaux méthodologiques pour l'estimation des émissions et absorptions des gaz à effet de serre pour chaque source. Ces niveaux correspondent à une progression, depuis l'utilisation d'équations simples avec données par défaut, jusqu'à des données spécifiques au pays⁴ dans des systèmes nationaux plus complexes. Trois niveaux généraux sont résumés dans l'Encadré 3.1.1. Les niveaux progressent implicitement, du niveau le plus faible au niveau le plus élevé de certitude pour les estimations, et reflètent la complexité méthodologique, la spécificité régionale des paramètres des modèles, la résolution spatiale et la couverture des données d'activités. Des recommandations complètes sont présentées pour la mise en oeuvre du Niveau 1. Quel que soit le niveau, les pays devront documenter les niveaux utilisés pour les catégories et bassins, ainsi que les facteurs d'émission et les données d'activités utilisés pour les calculs. Pour les niveaux supérieurs,

⁴ Des données spécifiques au pays peuvent devoir être sub-divisées pour refléter les écosystèmes et les caractéristiques des sites, zones climatiques et pratiques de gestion pour une catégorie de terres.

les organismes chargés des inventaires devront peut-être fournir des documents supplémentaires pour justifier le choix de méthodes plus sophistiquées ou de paramètres définis par pays. Le passage d'un niveau inférieur à un niveau supérieur exige en général des ressources et une capacité institutionnelle et technique plus conséquentes.

ENCADRE 3.1.1

STRUCTURE DES NIVEAUX DANS LES RECOMMANDATIONS EN MATIERE DE BONNES PRATIQUES

Le **Niveau 1** utilise la méthodologie fondamentale présentée dans les *Lignes directrices du GIEC* (Manuel simplifié) et les facteurs d'émission par défaut présentés dans les *Lignes directrices du GIEC* (Manuel simplifié et Manuel de référence) avec des mises à jour dans le présent chapitre. Pour certaines utilisations des terres et certains bassins qui étaient seulement mentionnés dans les *Lignes directrices du GIEC* (avec supposition d'une valeur par défaut nulle pour les émissions ou absorptions), des mises à jour ont été incluses dans le présent rapport en fonction de l'évolution des connaissances. La méthodologie de Niveau 1 utilise en général des données d'activités à des échelles spatiales grossières, telles que des estimations des taux de déboisement, statistiques de production agricole et cartes de couverture terrestre mondiale, disponibles au plan national ou global.

Le **Niveau 2** peut utiliser la même méthodologie que le Niveau 1 mais avec des facteurs d'émission et des données d'activités définis par le pays pour les utilisations des terres/activités les plus importantes. Le Niveau 2 peut aussi appliquer des méthodes basées sur des données spécifiques au pays pour les estimations des variations des stocks. Des facteurs d'émission/données d'activités spécifiques au pays sont plus appropriés pour les régions climatiques et les systèmes d'utilisation des terres dans ce pays. En général, le Niveau 2 utilise des données d'activités à résolution plus élevée, qui correspondent aux coefficients définis par le pays pour des régions spécifiques et des catégories d'utilisation des terres spécialisées.

Le **Niveau 3** utilise une méthodologie d'ordre supérieur, notamment des modèles et systèmes de mesures d'inventaires adaptés aux circonstances nationales, répétés dans le temps, axés sur des données d'activités à résolution élevée et à des échelles sub-nationales. Ces méthodes permettent d'obtenir des estimations ayant un niveau de certitude supérieur à celui des niveaux inférieurs, et établissent un lien étroit entre la biomasse et les échanges au niveau des sols. Ces systèmes peuvent être des combinaisons de données temporelles, données de catégorie/production liées aux modules de sols, basées sur GIS et intégrant plusieurs types de surveillance. Des superficies faisant l'objet de conversions peuvent être suivies dans le temps. Dans la plupart des cas, ces systèmes dépendent du climat, et fournissent donc des estimations sources avec une variabilité interannuelle. Les modèles devront être soumis à des contrôles de la qualité, audits et validations.

3.1.6 Choix de la méthode

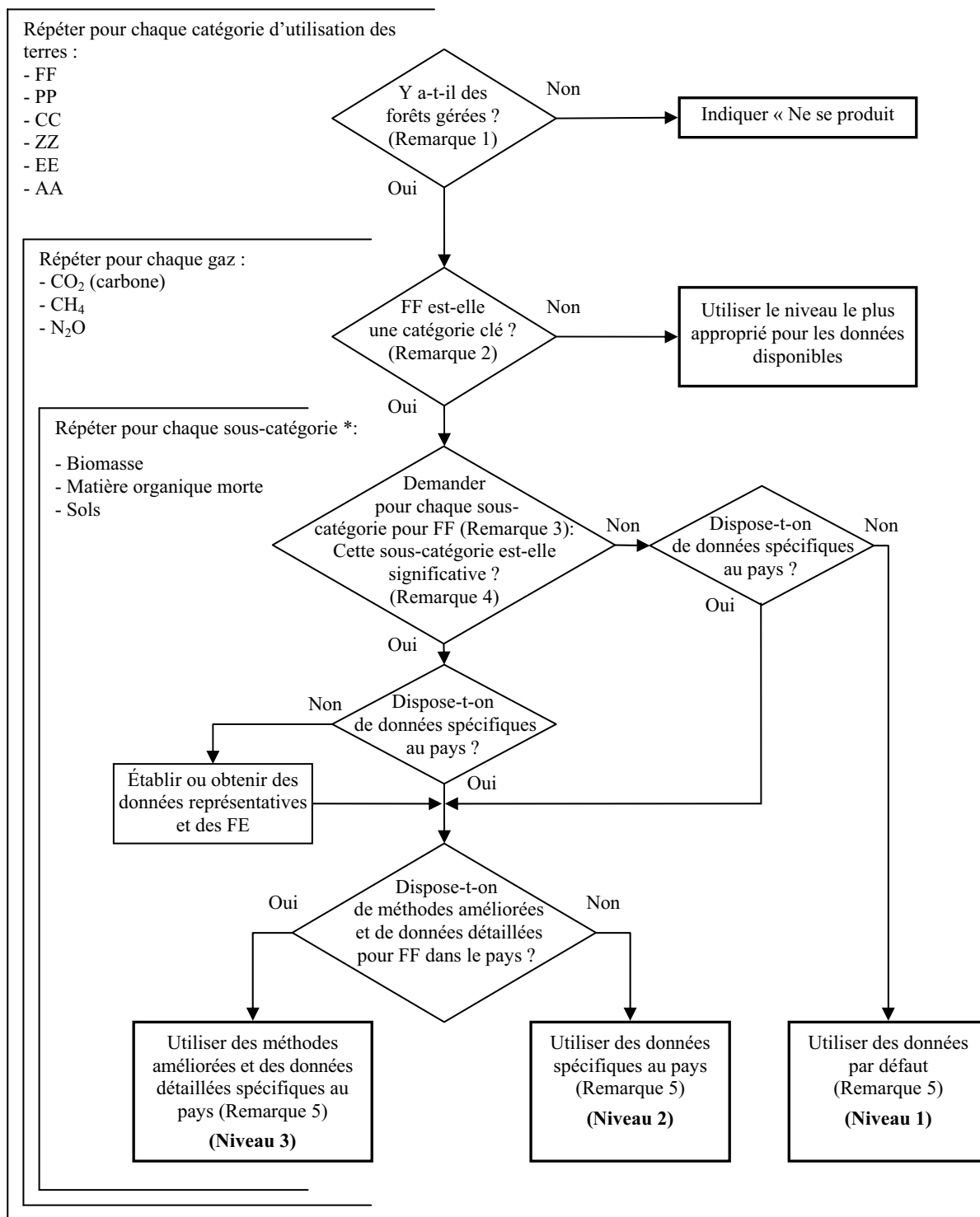
Les *bonnes pratiques* consistent à mettre en oeuvre des méthodes offrant le niveau de certitude le plus élevé, tout en utilisant les ressources disponibles le plus efficacement possible. Les décisions sur le choix du niveau et de l'utilisation des ressources pour améliorer l'inventaire doivent tenir compte du fait qu'une utilisation des terres peut être une catégorie clé, conformément au Chapitre 5, Section 5.4 du présent rapport. Des recommandations sur les choix méthodologiques figurent dans des diagrammes décisionnels, qui permettent d'évaluer si une catégorie de source/puits est une catégorie clé et quels bassins dans une catégorie clé sont considérés comme significatifs. Les diagrammes décisionnels sont appliqués au niveau des sous-catégories, qui correspond approximativement aux bassins de carbone et sources de gaz sans CO₂ (voir Tableau 3.1.3 pour une liste des sous-catégories). Il est important de noter que l'analyse des catégories clés est un processus itératif qui requiert des estimations initiales pour chaque sous-catégorie. La Figure 3.1.1 présente un diagramme décisionnel générique pour déterminer le niveau méthodologique approprié pour des terres ayant la même utilisation au début et à la fin d'une période d'inventaire. Ce diagramme décisionnel devra être appliqué aux sous-catégories décrites aux Sections 3.2.1, 3.3.1, 3.4.1, 3.5.1, 3.6.1, et 3.7.1. L'exemple utilisé est celui de la Section 3.2.1, Terres forestières restant terres forestières. La Figure 3.1.2 présente un diagramme décisionnel générique pour déterminer le niveau méthodologique approprié pour des terres faisant l'objet d'une conversion pendant la période d'inventaire, et utilise l'exemple de la Section 3.2.2, Terres converties en terres forestières. Ce diagramme décisionnel devra être appliqué aux sous-catégories décrites aux Sections 3.2.2, 3.3.2, 3.4.2, 3.5.2, 3.6.2, et 3.7.2.

Les abréviations FF, PP, CC, ZZ, EE, OO utilisées à la Figure 3.1.1 indiquent des catégories d'utilisation des terres restant dans cette catégorie ; et les abréviations TF, TP, TC, TZ, TE, TA à la Figure 3.1.2 indiquent des terres converties en d'autres catégories :

FF	=	terres forestières restant terres forestières	TF	=	terres converties en terres forestières
PP	=	prairies restant prairies	TP	=	terres converties en prairies
CC	=	terres cultivées restant terres cultivées	TC	=	terres converties en terres cultivées
ZZ	=	zones humides restant zones humides	TZ	=	terres converties en zones humides
EE	=	établissements restant établissements	TE	=	terres converties en établissements
AA	=	autres terres restant autres terres	TA	=	terres converties en autres terres

Ces abréviations sont utilisées au Chapitre 3 comme indices inférieurs des symboles d'équations.

Figure 3.1.1 Diagramme décisionnel pour l'identification d'un niveau approprié pour des terres restant dans la même catégorie d'utilisation des terres (dans cet exemple, terres forestières restant terres forestières, FF)



Remarque 1 : L'utilisation d'un seuil de vingt ans est conforme aux valeurs par défaut présentées dans les *Lignes directrices du GIE*. Les pays peuvent adopter d'autres seuils selon les circonstances nationales.

Remarque 2 : Le principe des catégories clés est expliqué au Chapitre 5, Sous-section 5.4 (Choix méthodologique – Identification des catégories clés).

Remarque 3 : Voir Tableau 3.1.2 pour la caractérisation des sous-catégories.

Remarque 4 : Une sous-catégorie est significative si elle représente 25 à 30 pour cent des émissions/absorptions pour l'ensemble de la catégorie.

Remarque 5 : Voir Encadré 3.1.1 pour la définition des niveaux.

* Si un pays notifie des produits ligneux récoltés (PLR) en tant que bassin séparé, ce bassin doit être traité comme une sous-catégorie.

TABLEAU 3.1.3
SOUS-CATEGORIES DANS UNE SECTION D'UTILISATION DES TERRES

Gaz	Sous-catégorie
CO ₂	Biomasse vivante Matière organique morte Sols
N ₂ O	Feux Minéralisation des matières organiques des sols Apports d'azote Culture de sols organiques
CH ₄	Feux

3.1.7 Notification

Conformément aux *bonnes pratiques*, on effectuera des évaluations des catégories clés pour chaque catégorie d'utilisation des terres, à la lumière des recommandations contenues dans le présent chapitre et au Chapitre 5 Section 5.4:

- Pour chaque catégorie d'utilisation des terres désignée comme catégorie clé, pour évaluer les sous-catégories significatives ; et
- Utilisation des résultats de cette évaluation pour déterminer les catégories prioritaires au niveau du choix méthodologique.

Les catégories de notification sont divisées en gaz à effet de serre et utilisations des terres (à savoir, terres restant dans une utilisation et terres converties pour cette utilisation). Les estimations des catégories sont une compilation des sous-catégories individuelles. Le Tableau 3.1.3 présente les sous-catégories pour chaque catégorie de notification. Les tableaux de notification figurent à l'Appendice 3A.2. Lors de la compilation d'estimations d'émissions et d'absorptions résultant de l'utilisation des terres, changements d'affectation des terres, et foresterie, avec d'autres éléments des inventaires nationaux des gaz à effet de serre, on doit veiller à la cohérence des signes utilisés (+/-). Dans les tableaux de notification finale, les émissions (diminution des stocks de carbone, émissions de gaz sans CO₂) sont toujours positives (+) et les absorptions (augmentation des stocks de carbone) négatives (-). Pour le calcul des estimations initiales, le présent chapitre utilise la convention utilisée au Chapitre 5 des *Lignes directrices du GIEC* dans laquelle les augmentations nettes des stocks de carbone sont positives (+) et les diminutions nettes sont négatives (-). Comme dans le cas des *Lignes directrices du GIEC*, les signes de ces valeurs doivent être convertis dans les tableaux de notification finale afin d'assurer leur cohérence avec d'autres sections des rapports d'inventaires nationaux.

Unités

Les unités d'émissions/d'absorptions de CO₂ et émissions de gaz sans CO₂ sont en gigagrammes (Gg). Pour convertir les tonnes C en Gg CO₂, multiplier la valeur par 44/12 et 10⁻³. Pour convertir les unités de kg N₂O-N en Gg N₂O, multiplier la valeur par 44/28 et 10⁻⁶.

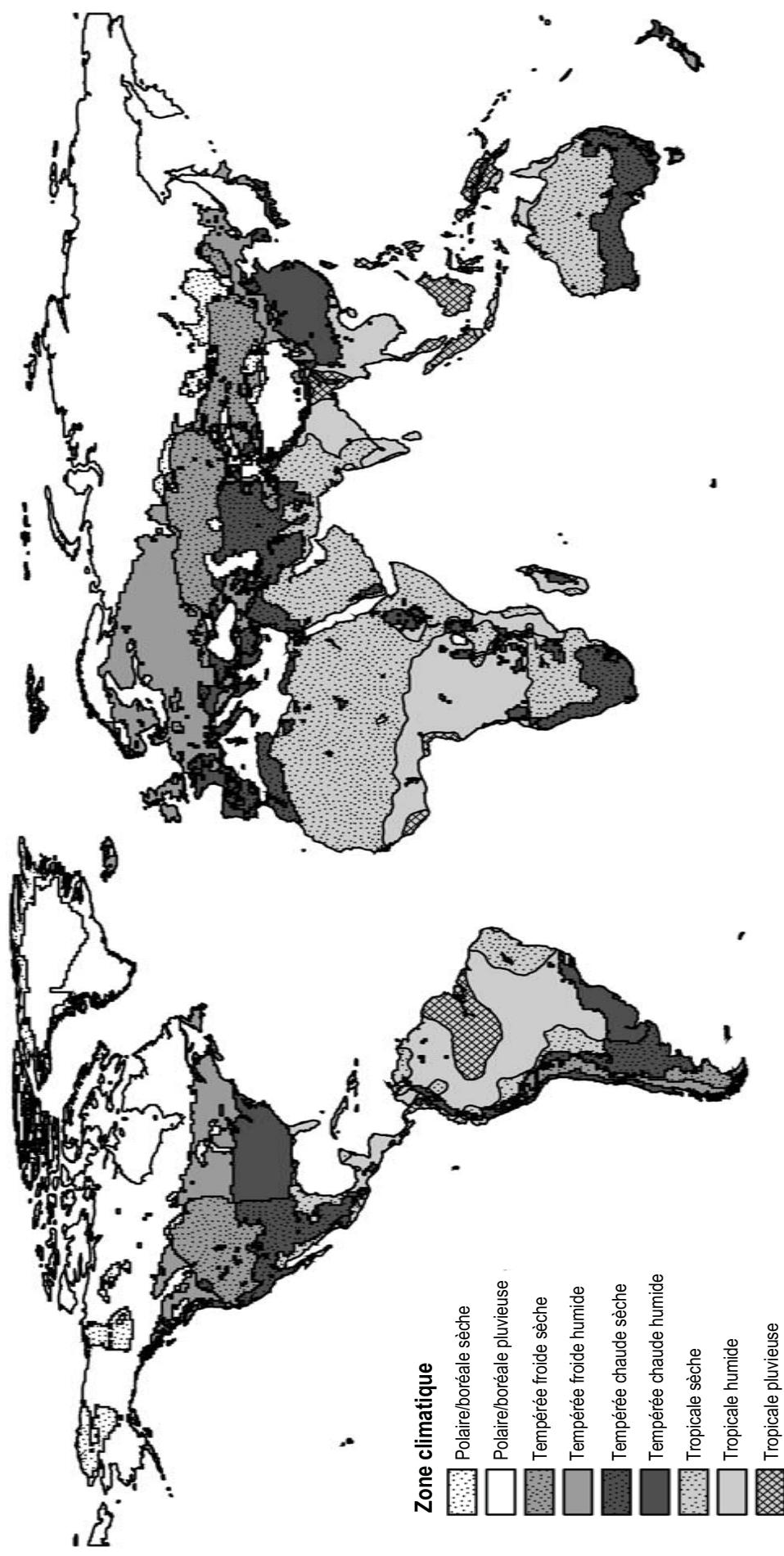
Convention

Aux fins de notification, comme pour les *Lignes directrices du GIEC*, les signes sont toujours négatifs (-) pour les absorptions et positifs (+) pour les émissions.

3.1.8 Zones climatiques génériques

Dans ce chapitre, certaines valeurs par défaut sont fournies par zones climatiques. La Figure 3.1.3 présente les délimitations mondiales de ces zones. Par rapport aux *Lignes directrices du GIEC*, les seules catégories supplémentaires sont les zones polaires/boréales.

Figure 3.1.3 Délimitation des principales zones climatiques, mises à jour à partir des Lignes directrices du GIEC. Les zones de températures sont définies par les températures annuelles moyennes (TAM): Polaire/boréale (TAM < 0°C), tempérée froide (TAM 0-10°C), tempérée chaude (TAM 10-20°C) et tropicale (TAM > 20°C). Les régimes hygrométriques pour les zones boréales et tempérées sont définis par le rapport des précipitations annuelles moyennes (PAM) et de l'évapotranspiration potentielle (ETP): sèche (PAM/ETP < 1) et pluvieuse (PAM/ETP > 1); et pour les zones tropicales seulement par les précipitations : sèche (PAM < 1000 mm), humide (PAM: 1000-2000 mm) et pluvieuse (PAM > 2000 mm). Les données sur les précipitations et les températures proviennent du PNUÉ-GRID. : <http://www.grid.unep.ch/data/grid/climate.php>



3.2 TERRES FORESTIÈRES

La présente section présente des méthodes d'estimation des variations des stocks de carbone et des émissions et absorptions des gaz à effet de serre associées aux variations de la biomasse et du carbone organique des sols des terres forestières et des terres converties en terres forestières. Elle est conforme à la méthodologie présentée dans les *Lignes directrices du GIEC pour les inventaires nationaux des gaz à effet de serre – version 1996 (Lignes directrices du GIEC)* dans laquelle la différence entre les augmentations et les pertes de biomasse représente la variation annuelle de la biomasse. Les *Recommandations* :

couvrent les cinq bassins de carbone identifiés à la Section 3.1 ;

- établissent des liens entre la biomasse et les bassins de carbone des sols pour les mêmes superficies terrestres aux niveaux supérieurs ;
- incluent les émissions de carbone sur des terres exploitées, résultant des pertes naturelles dues aux feux, tempêtes de vent, invasions parasitaires et poussées épidémiques ;
- proposent des méthodes d'estimation des émissions des gaz à effet de serre sans CO₂ ; et
- sont complémentaires aux méthodes décrites au Chapitre 2 pour obtenir des données cohérentes sur les superficies.

La Section 3.2 est en deux parties. La première partie, Section 3.2.1, examine la méthodologie d'estimation des variations des stocks de carbone dans cinq bassins de terres forestières qui ont été dans cette catégorie pendant, au minimum, les vingt dernières années¹. La deuxième partie, Section 3.2.2, examine les variations des stocks de carbone de terres converties en forêts plus récemment. La Section 3.2.1 explique comment utiliser le diagramme décisionnel de la Figure 3.1.1, à la Section 3.1.6, lors du choix des niveaux pour les bassins de carbone et les gaz sans CO₂.

Comme précisé dans les *Lignes directrices du GIEC*, les forêts naturelles non perturbées ne doivent être considérées ni comme des sources anthropiques, ni comme des puits et ne sont pas incluses dans les estimations des inventaires nationaux. En conséquence, les recommandations du présent chapitre sur l'estimation et la notification des sources anthropiques et puits de gaz à effet de serre s'appliquent uniquement aux forêts gérées. La définition des forêts gérées est examinée à la Section 3.1.2.1. L'application des définitions au niveau national devra être temporellement cohérente et couvrir toutes les forêts faisant l'objet d'interventions humaines périodiques ou permanentes, y compris toutes les pratiques de gestion, depuis la production commerciale de bois d'œuvre jusqu'aux activités non commerciales.

Les *Lignes directrices du GIEC* utilisent l'hypothèse par défaut selon laquelle tout le carbone de la biomasse récoltée est oxydé pendant l'année de la récolte, mais prévoient la possibilité d'inclusion des stocks de carbone des produits ligneux récoltés (PLR) dans le cas d'une augmentation évidente des stocks existants. Le SBSTA examine actuellement la prise en compte des PLR. Dans l'attente de ses conclusions, des méthodes d'estimation pour les PLR sont examinées dans une section séparée (Appendice 3a.1). Il s'agit là d'un bilan du développement méthodologique, qui est sans effet sur les recommandations des *Lignes directrices du GIEC*, et qui ne préjuge pas les conclusions du SBSTA.

3.2.1 Terres forestières restant terres forestières

L'inventaire des gaz à effet de serre pour la catégorie Terres forestières restant terres forestières (FF) fait appel à l'estimation des variations des stocks de carbone pour cinq bassins de carbone (biomasse aérienne, biomasse souterraine, bois mort, litière, et matières organiques des sols) et des émissions de gaz sans CO₂ par ces bassins. L'Équation 3.2.1 est une équation récapitulative, qui estime les émissions et absorptions annuelles pour les FF pour le calcul des variations des bassins de carbone.

<p>ÉQUATION 3.2.1</p> <p>ÉMISSIONS OU ABSORPTIONS ANNUELLES PAR DES TERRES FORESTIÈRES RESTANT TERRES FORESTIÈRES</p> $\Delta C_{FF} = (\Delta C_{FF_{BV}} + \Delta C_{FF_{MOM}} + \Delta C_{FF_{Sols}})$

Où : ΔC_{FF} = variation annuelle des stocks de carbone des terres forestières restant terres forestières C an⁻¹

¹ Les terres converties pour d'autres utilisations devront être étudiées dans les sections appropriées sur toute l'échelle temporelle pendant laquelle les variations du carbone sont influencées par la conversion et par les interactions ultérieures. Vingt ans est une échelle temporelle conforme aux *Lignes directrices du GIEC*, mais des méthodes de Niveau 3 peuvent utiliser des échelles plus longues selon les circonstances nationales.

$\Delta C_{FF_{BV}}$ = variation annuelle des stocks de carbone de la biomasse vivante (inclut la biomasse aérienne et la biomasse souterraine) pour des terres forestières restant terres forestières ; tonnes C an⁻¹

$\Delta C_{FF_{MOM}}$ = variation annuelle des stocks de carbone de la matière organique morte (inclut le bois mort et la litière) pour des terres forestières restant terres forestières ; tonnes C an⁻¹

$\Delta C_{FF_{Sols}}$ = variation annuelle des stocks de carbone des sols pour des terres forestières restant terres forestières ; tonnes C an⁻¹

Pour convertir les tonnes C en Gg CO₂, multiplier la valeur par 44/12 et 10⁻³. Pour les conventions (signes), se reporter à la Section 3.1.7 ou à l'Appendice 3A.2, Tableaux de notification et Feuilles de travail.

3.2.1.1 VARIATIONS DES STOCKS DE CARBONE DE LA BIOMASSE VIVANTE

On calcule la variation des stocks de carbone en multipliant la différence entre les augmentations et les pertes de poids sec (en étuve) de biomasse par la fraction de carbone appropriée. Cette section décrit des méthodes d'estimation des augmentations et pertes de biomasse. Les augmentations incluent la croissance de la biomasse. Les pertes incluent les abattages, la récolte de bois de feu et les pertes naturelles.

3.2.1.1.1 QUESTIONS METHODOLOGIQUES

Choix de la méthode

Deux méthodes permettent d'estimer la variation des stocks de carbone de la biomasse :

Avec la première méthode (ou Méthode par défaut), les pertes de carbone de la biomasse doivent être soustraites des augmentations de carbone de la biomasse pour l'année de notification (Équation 3.2.2).

ÉQUATION 3.2.2
VARIATION ANNUELLE DES STOCKS DE CARBONE DE LA BIOMASSE VIVANTE
DES TERRES FORESTIERES RESTANT TERRES FORESTIERES (METHODE PAR DEFAUT)

$$\Delta C_{FF_{BV}} = (\Delta C_{FF_A} - \Delta C_{FF_D})$$

Où : $\Delta C_{FF_{BV}}$ = variation annuelle des stocks de carbone de la biomasse vivante (inclut la biomasse aérienne et la biomasse souterraine) pour des terres forestières restant terres forestières ; tonnes C an⁻¹

ΔC_{FF_A} = augmentation annuelle des stocks de carbone résultant de la croissance de la biomasse, tonnes C an⁻¹

ΔC_{FF_D} = diminution annuelle des stocks de carbone résultant des pertes de biomasse, tonnes C an⁻¹

La deuxième méthode (ou Méthode de variation des stocks) utilise des inventaires des stocks de carbone de la biomasse pour une superficie forestière donnée pour deux points temporels. La variation de la biomasse est la différence entre la biomasse au point temporel t_2 et au point temporel t_1 , divisée par le nombre d'années entre les inventaires (Équation 3.2.3).

ÉQUATION 3.2.3
VARIATION ANNUELLE DES STOCKS DE CARBONE DE LA BIOMASSE VIVANTE DANS DES TERRES
FORESTIERES RESTANT TERRES FORESTIERES (METHODE DE VARIATION DES STOCKS)

$$\Delta C_{FF_{BV}} = (C_{t_2} - C_{t_1}) / (t_2 - t_1)$$

et

$$C = [V \cdot D \cdot FEB_2] \cdot (1 + R) \cdot FC$$

Où : $\Delta C_{FF_{BV}}$ = variation annuelle des stocks de carbone de la biomasse vivante (inclut la biomasse aérienne et la biomasse souterraine) pour des terres forestières restant terres forestières ; tonnes C an⁻¹

C_{t_2} = carbone total de la biomasse, calculé au point temporel t_2 , tonnes C

C_{t_1} = carbone total de la biomasse, calculé au point temporel t_1 , tonnes C

V = volume marchand, m³ ha⁻¹

D = densité ligneuse de base, tonnes m.s. m⁻³ de volume marchand

FEB₂ = facteur d'expansion de la biomasse pour la conversion du volume marchand en biomasse arborée aérienne, adimensionnel

R = rapport système racinaire/système foliacé, adimensionnel

FC = fraction de carbone de la matière sèche (défaut = 0,5), tonnes C (tonne m.s.)⁻¹

La méthode par défaut peut être appliquée pour tous les niveaux, mais les besoins en données de la deuxième méthode (variation des stocks) sont tels qu'elle ne peut pas être utilisée pour le Niveau 1. En général, cette méthode donnera de bons résultats dans le cas d'augmentations ou diminutions relativement importantes de la biomasse, ou lorsqu'on dispose d'inventaires forestiers très précis. Mais pour des forêts à peuplements mixtes et/ou lorsque les variations de la biomasse sont très faibles par rapport à la quantité totale de biomasse, cette méthode présente un risque d'erreur pour l'inventaire supérieur à la variation prévue. Dans ces cas, des données incrémentielles peuvent donner de meilleurs résultats. Le choix de l'utilisation de la méthode par défaut ou de la méthode par variation des stocks au niveau approprié devra faire l'objet d'un jugement d'expert, et devra prendre en compte les systèmes d'inventaires nationaux et les caractéristiques des forêts.

La méthode par défaut pour l'estimation des variations de la biomasse aérienne et souterraine fait appel à plusieurs équations. Ces équations utilisent des données d'activités sur des superficies de catégories d'utilisation des terres différentes, par types de forêts ou de modes de gestion, facteurs d'émission et d'absorption correspondants, et facteurs d'estimation des pertes de biomasse. L'exactitude de l'estimation dépendra du niveau choisi pour l'estimation de la biomasse, et des données disponibles.

Conformément aux *bonnes pratiques*, le choix du niveau sera guidé par les indications du diagramme décisionnel, comme indiqué à la Figure 3.1.1. Ce diagramme permet d'utiliser efficacement les ressources disponibles, et de tenir compte de la possibilité pour la biomasse dans cette catégorie d'être une catégorie clé, comme décrit au Chapitre 5, Section 5.4. En règle générale :

Niveau 1 : Le Niveau 1 s'applique aux pays dans lesquels la sous-catégorie Terres forestières restant terres forestières ou bassin de carbone de la biomasse n'est pas une catégorie clé, ou qui n'ont pas (ou peu) de données d'activités et de facteurs d'émission/d'absorption spécifiques au pays.

Niveau 2 : Le Niveau 2 s'applique lorsque les terres forestières restant terres forestières ou le carbone de la biomasse sont une catégorie clé. On utilisera ce niveau pour les pays où des estimations spécifiques au pays des données d'activités et des facteurs d'émission/d'absorption sont disponibles ou peuvent être obtenues à un coût comparable aux coûts requis pour d'autres catégories d'utilisation des terres.

Niveau 3 : Le Niveau 3 s'applique lorsque les terres forestières restant terres forestières ou le carbone de la biomasse sont une catégorie clé. Il requiert des données d'inventaires forestiers nationaux détaillées, ainsi que des modèles dynamiques ou des équations allométriques adaptées aux circonstances nationales pour permettre le calcul direct des accroissements de biomasse. Ce niveau peut faire appel à diverses méthodes, et leur mise en oeuvre peut varier d'un pays à l'autre, en raison des différences des méthodes d'inventaires et des conditions forestières. Une documentation complète de la validité et exhaustivité des données, hypothèses, équations et modèles utilisés est donc particulièrement importante à ce niveau.

ÉQUATIONS POUR L'ESTIMATION DES VARIATIONS DES STOCKS DE CARBONE DE LA BIOMASSE VIVANTE ($\Delta C_{FF_{BV}}$) – MÉTHODE PAR DÉFAUT

Augmentation annuelle des stocks de carbone due à l'accroissement de la biomasse des terres forestières restant terres forestières (ΔC_{FF_A})

L'estimation de l'augmentation annuelle des stocks de carbone due à l'accroissement de la biomasse des terres forestières restant terres forestières est fondée sur l'estimation des superficies et de l'accroissement annuel de la biomasse totale, pour chaque type de forêt et zone climatique du pays (Équation 3.2.4). La fraction de carbone de la biomasse a une valeur par défaut de 0,5, mais des méthodes de niveau supérieur permettent d'utiliser d'autres valeurs plus représentatives des espèces, des composants d'un arbre ou d'un peuplement forestier (tiges, racines et feuilles) et de l'âge du peuplement.

ÉQUATION 3.2.4 AUGMENTATION ANNUELLE DES STOCKS DE CARBONE DUE A L'ACCROISSEMENT DE LA BIOMASSE DES TERRES FORESTIERES RESTANT TERRES FORESTIERES

$$\Delta C_{FF_A} = \sum_{ij} (S_{ij} \cdot A_{TOTAL_{ij}}) \cdot FC$$

Où : ΔC_{FF_A} = augmentation annuelle des stocks de carbone due à l'accroissement de la biomasse des terres forestières restant terres forestières, par type de forêt et zone climatique, tonnes C an⁻¹

S_{ij} = superficie de terres forestières restant terres forestières, par type de forêt ($i = 1$ à n) et zone climatique ($j = 1$ à m), ha

$A_{TOTAL_{ij}}$ = taux d'accroissement annuel moyen de la biomasse, en unités de matière sèche, par type de forêt ($i = 1$ à n) et zone climatique ($j = 1$ à m), tonnes m.s. ha⁻¹ an⁻¹

FC = fraction de carbone de la matière sèche (défaut = 0,5), tonnes C (tonne m.s.)⁻¹

Accroissement annuel moyen de la biomasse (A_{TOTAL})

A_{TOTAL} est l'expansion du taux d'accroissement annuel moyen de la biomasse aérienne (A_A) pour inclure sa composante souterraine, par multiplication par le rapport biomasse souterraine/biomasse aérienne (souvent dénommé rapport système racinaire/système foliacé (R)) applicable aux accroissements. Le calcul peut être effectué directement lorsqu'on dispose de données A_A , comme dans le cas de forêts régénérées naturellement ou de grandes catégories de plantations. En l'absence de données A_A , on peut utiliser les augmentations de volume (A_V) avec le facteur d'expansion de la biomasse pour la conversion de l'accroissement net annuel en accroissement de biomasse aérienne. L'Équation 3.2.5 illustre ce point.

ÉQUATION 3.2.5	
ACCROISSEMENT ANNUEL MOYEN DE LA BIOMASSE	
$A_{TOTAL} = A_A \cdot (1 + R)$	(A) Lors de l'utilisation directe des données sur l'accroissement de la biomasse aérienne (matière sèche). Sinon, A_A est estimé à l'aide de l'Équation B ou son équivalent
$A_A = A_V \cdot D \cdot FEB_1$	(B) Lors de l'utilisation de données sur l'accroissement du volume net pour estimer A_A .

- Où :
- A_{TOTAL} = accroissement annuel moyen de la biomasse aérienne et souterraine, tonnes m.s. ha⁻¹ an⁻¹
 - A_A = accroissement annuel moyen de la biomasse aérienne, tonnes m. s. ha⁻¹ an⁻¹ ; Tableaux 3A.1.5 et 3A.1.6
 - R = rapport système racinaire/système foliacé approprié pour les accroissements, adimensionnel ; Tableau 3A.1.8
 - A_V = accroissement net annuel moyen en volume utilisable pour traitement industriel, m³ ha⁻¹ an⁻¹ ; Tableau 3A.1.7
 - D = densité ligneuse de base, tonnes m.s. m⁻³ ; Tableau 3A.1.9
 - FEB_1 = facteur d'expansion de la biomasse pour la conversion de l'accroissement net annuel (écorce incluse) en accroissement de biomasse aérienne arboricole, adimensionnel ; Tableau 3A.1.10

La densité ligneuse de base (D) et les facteurs d'expansion de la biomasse (FEB) varient selon le type et l'âge des forêts, les conditions de croissance, la densité des peuplements et le climat (Kramer, 1982 ; Brown, 1997 ; Lowe *et al.*, 2000 ; Koehl, 2000). Le Tableau 3A.1.10 contient des valeurs par défaut de FEB par type de forêt et zone climatique, utilisables avec les plages de diamètre minimum indiquées. Les FEB remplacent les taux d'expansion indiqués dans les *Lignes directrices du GIEC* qui sont utilisés pour calculer la biomasse non-marchande (branches maîtresses, arbustes, etc.) coupée et laissée au sol.

Conformément aux *bonnes pratiques*, les pays utilisant des méthodes de Niveau 2 utiliseront des valeurs spécifiques au pays et aux espèces pour la densité ligneuse et le FEB, si celles-ci sont disponibles.

Les pays utilisant des méthodes de Niveau 3 devront estimer les valeurs de D et FEB au niveau des espèces. Les FEB pour l'accroissement de la biomasse, le bois sur pied et les récoltes varient selon les espèces et les peuplements. Pour les méthodes de Niveau 2 et 3, les experts chargés des inventaires sont invités à établir des valeurs de D et FEB spécifiques au pays séparément pour le bois sur pied, l'accroissement de la biomasse et les récoltes. Si on utilise des facteurs et méthodes spécifiques au pays, ceux-ci devront être vérifiés et documentés correctement, conformément aux recommandations générales du Chapitre 5.

En raison de conditions spécifiques aux pays (Lehtonen *et al.*, 2003 ; Smith *et al.*, 2003, par exemple) FEB et D peuvent être combinés en une seule valeur, auquel cas, les recommandations relatives à FEB et D s'appliqueront aux valeurs combinées.

Diminution annuelle des stocks de carbone due à la perte de biomasse des terres forestières restant terres forestières (ΔC_{FFD})

La diminution annuelle de biomasse est la somme des pertes résultant des abattages de bois rond commercial, de la collecte de bois de feu, et autres pertes (Équation 3.2.6) :

ÉQUATION 3.2.6	
DIMINUTION ANNUELLE DES STOCKS DE CARBONE DUE A LA PERTE DE BIOMASSE DES TERRES FORESTIERES RESTANT TERRES FORESTIERES	
$\Delta C_{FFD} = P_{abattages} + P_{bois\ de\ feu} + P_{autres\ pertes}$	

Où : ΔC_{FFD} = diminution annuelle des stocks de carbone due à la perte de biomasse des terres forestières restant terres forestières, tonnes C an⁻¹

$P_{abattages}$ = perte annuelle de carbone due aux abattages commerciaux, tonnes C an⁻¹ (voir Équation 3.2.7)

$P_{bois\ de\ feu}$ = perte annuelle de carbone due à la collecte de bois de feu, tonnes C an⁻¹ (voir Équation 3.2.8)

$P_{autres\ pertes}$ = autres pertes annuelles de carbone, tonnes C an⁻¹ (voir Équation 3.2.9)

L'Équation 3.2.7 permet d'estimer la perte annuelle de carbone due aux abattages commerciaux :

<p>ÉQUATION 3.2.7</p> <p>PERTE ANNUELLE DE CARBONE DUE AUX ABATTAGES COMMERCIAUX</p> $P_{abattages} = H \cdot D \cdot FEB_2 \cdot (1 - f_{BL}) \cdot FC$

Où : $P_{abattages}$ = perte annuelle de carbone due aux abattages commerciaux, tonnes C an⁻¹

H = volume extrait annuellement, bois rond, m³ an⁻¹

D = densité ligneuse de base, tonnes m.s. m⁻³ ; Tableau 3A.1.9

FEB_2 = facteur d'expansion de la biomasse pour la conversion du volume de bois rond extrait en biomasse aérienne totale (écorce incluse), adimensionnel ; Tableau 3A.1.10

f_{BL} = fraction de biomasse laissée sur le sol des forêts (transférée à la matière organique morte)

FC = fraction de carbone de la matière sèche (défaut = 0,5), tonnes C (tonne m.s.)⁻¹

Deux choix sont possibles avec cette équation :

- (i) La biomasse totale associée au volume de bois rond extrait est considérée comme une émission immédiate. C'est l'hypothèse par défaut et dans ce cas f_{BL} doit être paramétré sur 0. On adoptera cette hypothèse sauf dans le cas de la prise en compte explicite des variations de la matière organique morte, qui exige l'utilisation d'une méthode de niveau supérieur conformément à la Section 3.2.1.2 ci-dessous.
- (ii) Une partie de la biomasse est transférée dans le bois mort. Dans ce cas, f_{BL} devra faire l'objet d'un jugement d'expert ou être basé sur des données empiriques (Niveau 2 ou 3). L'Appendice 3.A.11 contient des données par défaut pour f_{BL} utilisables au Niveau 2.

La perte de carbone due à la collecte de bois de feu est estimée à l'aide de l'Équation 3.2.8 :

<p>ÉQUATION 3.2.8</p> <p>PERTE ANNUELLE DE CARBONE DUE A LA COLLECTE DE BOIS DE FEU</p> $P_{boisdefeu} = CBF \cdot D \cdot FEB_2 \cdot FC$

Où : $P_{boisdefeu}$ = perte annuelle de carbone due à la collecte de bois de feu, tonnes C an⁻¹

CBF = volume annuel de bois de feu collecté, m³ an⁻¹

D = densité ligneuse de base, tonnes m.s. m⁻³ ; Tableau 3A.1.9

FEB_2 = facteur d'expansion pour la conversion des volumes de bois rond extrait en biomasse aérienne totale (écorce incluse), adimensionnel ; Tableau 3A.1.10

FC = fraction de carbone de la matière sèche (défaut = 0,5), tonnes C (tonne m.s.)⁻¹

Les pertes dues aux perturbations (tempêtes de vent, invasions parasitaires, feux, etc.) figurent parmi les autres pertes de carbone dans les forêts gérées. Une méthode générique pour l'estimation de la quantité de carbone perdue en raison de ces perturbations est décrite ci-après. Dans le cas spécifique de pertes dues aux feux sur des terres forestières gérées, y compris des feux sauvages et des feux contrôlés, cette méthode devra être employée pour fournir des données pour la méthodologie à la Section 3.2.1.4 (Émissions de gaz à effet de serre sans CO₂) pour l'estimation des émissions de CO₂ et de gaz sans CO₂ imputables aux feux.

Conformément aux *bonnes pratiques*, on indiquera toutes les superficies affectées par des perturbations de type feux, épidémies parasitaires et tempêtes de vent, affectant des terres forestières, que ces perturbations soient ou non d'origine anthropique. On n'inclura pas les perturbations naturelles affectant des forêts non gérées, et n'entraînant pas de changements d'affectation des terres. Les pertes de biomasse notifiées en tant que récoltes commerciales ou bois de feu ne devront pas être incluses dans les pertes dues à d'autres perturbations.

L'impact des perturbations sur les écosystèmes forestiers varie selon le type et la gravité de la perturbation, les conditions dans lesquelles elles se produisent (conditions climatiques, etc.) et les caractéristiques de l'écosystème. La méthode générique proposée dans l'Équation 3.2.9 suppose la destruction complète de la biomasse forestière en cas de perturbation – c'est pourquoi la méthodologie par défaut ne couvre que les

perturbations entraînant un « remplacement des peuplements ». Les pays qui utilisent une méthodologie de Niveau 3 pour leurs estimations devront étudier les deux types de perturbations (avec ou sans « remplacement des peuplements »).

<p>ÉQUATION 3.2.9 AUTRES PERTES ANNUELLES DE CARBONE $P_{\text{autrespertes}} = S_{\text{perturbation}} \cdot B_W \cdot (1 - f_{\text{BL}}) \cdot FC$</p>

Où : $P_{\text{autrespertes}}$ = autres pertes annuelles de carbone, tonnes C an⁻¹

$S_{\text{perturbation}}$ = superficies forestières affectées par les perturbations, ha an⁻¹

B_W = stocks moyens de biomasse des superficies forestières, tonnes m.s. ha⁻¹ ; Tableaux 3A.1.2, 3A.1.3, et 3A.1.4

f_{BL} = fraction de biomasse laissée sur le sol des forêts (transférée dans la matière organique morte) ; Tableau 3A.1.11

FC = fraction de carbone de la matière sèche (défaut = 0,5), tonnes C (tonne m. s.)⁻¹

Niveau 1 : Au Niveau 1, on suppose que les perturbations influent uniquement sur la biomasse aérienne ; on suppose également la perte de tout le carbone de la biomasse aérienne suite à la perturbation. Par conséquent, f_{BL} est égal à zéro.

Niveau 2 : Les pays qui adoptent des méthodologies de niveaux supérieurs, qui comptabilisent les émissions/absorptions pour tous les bassins forestiers, doivent distinguer entre la fraction de biomasse antérieure à la perturbation qui est détruite et émet des gaz à effet de serre, et celle qui est transférée dans les bassins de matière organique morte où elle se décomposera.

Niveau 3 : Les pays qui utilisent des méthodes de Niveau 3 devront tenir compte de toutes les perturbations importantes (avec ou sans « remplacement des peuplements »). Lors de la prise en compte de l'impact des perturbations n'entraînant pas le remplacement des peuplements, les pays peuvent ajouter un terme à l'Équation 3.2.9 à titre d'ajustement pour la fraction de biomasse antérieure à la perturbation qui n'est pas affectée par celle-ci.

RÉSUMÉ DES ÉTAPES POUR L'ESTIMATION DE LA VARIATION DES STOCKS DE CARBONE DE LA BIOMASSE VIVANTE ($\Delta C_{\text{FF}_{\text{BV}}}$) – MÉTHODE PAR DÉFAUT

Étape 1 : A l'aide des recommandations du Chapitre 2 (méthodes pour la représentation des superficies terrestres), classer les superficies (S) des terres forestières restant terres forestières par types de forêt et zones climatiques, selon les définitions adoptées par le pays. Le Tableau 3A.1.1 présente des données nationales des superficies forestières et variations annuelles des superficies forestières par région et par pays et peut servir de référence et de moyen de vérification ;

Étape 2 : Estimer l'accroissement annuel moyen de biomasse (A_{TOTAL}) à l'aide de l'Équation 3.2.5. Si des données sur l'accroissement annuel moyen de biomasse aérienne (A_W) sont disponibles, utiliser l'Équation 3.2.5A ; sinon, estimer A_W à l'aide de l'Équation 3.2.5B ;

Étape 3 : Estimer l'augmentation annuelle des stocks de carbone due à l'accroissement de biomasse (ΔC_{FF_A}) à l'aide de l'Équation 3.2.4 ;

Étape 4 : Estimer la diminution annuelle de carbone due aux abattages commerciaux (L_W abattages) avec l'Équation 3.2.7 ;

Étape 5 : Estimer la perte annuelle de carbone due à la collecte de bois de feu ($P_{\text{boisdefeu}}$) à l'aide de l'Équation 3.2.8 ;

Étape 6 : Estimer la perte annuelle de carbone due à d'autres pertes ($L_{\text{autrespertes}}$) à l'aide de l'Équation 3.2.9 ;

Étape 7 : A partir des estimations des pertes des étapes 4 à 6, estimer la diminution annuelle des stocks de carbone due à la perte de biomasse (ΔC_{FF_P}) à l'aide de l'Équation 3.2.6 ;

Étape 8 : Estimer la variation annuelle des stocks de carbone de la biomasse vivante ($\Delta C_{\text{FF}_{\text{BV}}}$) à l'aide de l'Équation 3.2.2.

3.2.1.1.1.2 Choix des facteurs d'émission/d'absorption

La Méthode 1 utilise l'accroissement annuel de biomasse, pour chaque type de forêt et de zone climatique dans le pays, ainsi que des facteurs d'émission relatifs à la perte de biomasse y compris les pertes dues aux abattages, au bois de feu et pertes naturelles.

ACCROISSEMENT ANNUEL DE LA BIOMASSE

Accroissement annuel de la biomasse aérienne, A_W

Niveau 1 : Le Niveau 1 utilise des valeurs par défaut de l'accroissement annuel moyen de la biomasse aérienne (A_w), valeurs qui figurent aux Tableaux 3A.1.5 et 3A.1.6.

Niveau 2 : La méthode de Niveau 2 utilise des données spécifiques au pays pour calculer l'accroissement annuel moyen brut de la biomasse A_w . Les données spécifiques au pays sont souvent associées aux volumes marchands (I_v). Des données sur le facteur d'expansion de la biomasse (FEB_1) et sur la densité ligneuse de base (D) sont nécessaires pour convertir les données disponibles en A_w . Le Tableau 3A.1.7 contient les valeurs par défaut pour I_v et les Tableaux 3A.1.10 et 3A.1.9 contiennent les valeurs par défaut pour FEB_1 et D , respectivement.

Niveau 3 : Au Niveau 3, on disposera d'un inventaire forestier détaillé ou d'un système de surveillance qui contiendront au minimum des données sur le matériel sur pied, et, idéalement, sur l'accroissement annuel. Si des fonctions allométriques sur la biomasse sont disponibles, conformément aux bonnes pratiques, on utilisera ces équations directement. On pourra également inclure la fraction de carbone et la densité ligneuse de base dans ces fonctions.

On utilisera l'inventaire forestier détaillé pour présenter l'état initial des stocks de carbone forestier pour l'année d'inventaire. Lorsque l'année de l'inventaire forestier ne correspond pas à la période d'engagement, on utilisera l'accroissement annuel moyen estimé par des modèles (modèles capables de simuler les interactions des écosystèmes forestiers).

On peut associer des inventaires forestiers périodiques et des données sur les plantations et abattages annuels pour obtenir des interpolations non linéaires de l'accroissement entre les années d'inventaires.

Accroissement de la biomasse souterraine

Niveau 1 : On peut utiliser l'hypothèse par défaut, conforme aux *Lignes directrices du GIEC*, d'un accroissement nul de la biomasse souterraine. On peut également utiliser les valeurs par défaut pour les rapports système racinaire/système foliacé (R), figurant au Tableau 3A.1.8, pour l'estimation de la biomasse souterraine.

Niveau 2 : On utilisera des rapports système racinaire/système foliacé spécifiques au pays pour l'estimation de la biomasse souterraine.

Niveau 3 : On utilisera des rapports système racinaire/système foliacé calculés au plan national ou régional ou des modèles d'accroissement. Il est recommandé d'intégrer la biomasse souterraine dans les modèles pour calculer l'accroissement de la biomasse totale.

PERTE ANNUELLE DE BIOMASSE

Selon les *Lignes directrices du GIEC*, l'extraction de biomasse (abattages commerciaux, collecte de bois de feu et autres utilisations du bois, et pertes naturelles) représente la consommation de biomasse totale pour des stocks donnant lieu à des émissions de carbone. L'Équation 3.2.6 décrit les trois composants avec précision.

Outre les abattages commerciaux de bois d'industrie et de grumes de sciage, le bois de feu est mentionné plus spécifiquement ; il peut aussi y avoir d'autres types d'abattages non commerciaux, tels que les coupes de bois pour consommation personnelle. Cette quantité peut ne pas être incluse dans les statistiques officielles et peut devoir être estimée par une étude.

Abattages

Les facteurs d'émission/d'absorption suivants sont nécessaires pour calculer les pertes de carbone imputables aux abattages commerciaux : volume de bois rond extrait (H), densité ligneuse de base (D), et fraction de la biomasse laissée sur le sol des forêts (f_{BL}).

Lorsqu'on peut les séparer, les données sur les abattages ne doivent pas être comptées pour les terres forestières converties en une autre utilisation des terres, pour prévenir le risque de double comptage. Il est peu probable que les statistiques sur les abattages permettent cette séparation pour les terres sur lesquelles se produisent les abattages, et par conséquent, on devra soustraire du total des abattages une quantité de biomasse similaire à la quantité de biomasse perdue par des terres forestières converties à d'autres fins.

Des données sur l'extraction de bois rond sont publiées dans le *Timber Bulletin* de la CEE-ONU/FAO et dans l'Annuaire FAO des produits forestiers, qui est établi à partir de données nationales. En l'absence de données officielles, la FAO donne une estimation basée sur la meilleure information disponible. En général, l'annuaire présente des données antérieures de deux ans.

Niveau 1 : A ce niveau, on peut utiliser des données de la FAO comme valeurs par défaut pour H dans l'Équation 3.2.7. Les données sur le bois rond incluent tout le bois récolté, exprimé en mètres cubes sous écorce. Les données sous écorce doivent être converties en données sur écorce pour pouvoir être utilisées avec FEB_2 . Pour la plupart des espèces arborées, l'écorce représente environ 10 pour cent à 20 pour cent du volume du tronc sur écorce. A moins d'avoir des données spécifiques au pays, on utilisera une valeur par défaut de 15 pour cent ; on peut estimer le volume sur écorce de la FAO en divisant l'estimation sous écorce par 0,85 avant d'utiliser les valeurs de l'Équation 3.2.7. Les *bonnes pratiques* consistent à contrôler, compléter, mettre à jour et vérifier la qualité des données à l'aide de données complémentaires provenant d'études nationales ou régionales.

Niveau 2 : On utilisera des données spécifiques au pays.

Niveau 3 : On utilisera des données sur la production de bois spécifiques au pays pour diverses catégories de forêts, avec une résolution correspondant au modèle forestier de Niveau 3. Si possible, on utilisera des données spécifiques au pays sur les interactions de la décomposition du bois mort pour décrire l'évolution temporelle de la biomasse non récoltée.

Collecte de bois de feu

L'estimation des pertes de carbone dues à la collecte de bois de feu nécessite des données sur le volume annuel de bois de feu collecté (BC), la densité ligneuse de base (D), et le facteur d'expansion de la biomasse (FEB_2) pour convertir les volumes de bois rond collecté en biomasse aérienne totale.

Les modes d'extraction du bois de feu varient selon les pays, depuis les abattages ordinaires jusqu'à la collecte de bois mort (cette dernière activité représentant souvent une fraction de « f_{BL} » de l'Équation 3.2.7). Des méthodes différentes sont donc nécessaires pour le calcul de BC, étant donné que l'abattage pour l'obtention de bois de feu doit être traité comme une perte de carbone imputable aux abattages. Contrairement à l'équation pour les abattages commerciaux, l'équation pour la collecte de bois de feu n'a pas de variable pour la « fraction laissée au sol », car on suppose l'extraction d'un pourcentage d'arbres probablement plus élevé. D'un autre côté, la collecte de bois de feu sur les sols forestiers ne doit pas faire l'objet d'une expansion mathématique, car elle représente une réduction des stocks de bois mort égale à la quantité extraite. Au niveau inférieur, on suppose que ceci est sans effet sur les stocks de carbone du bois mort (voir Section 3.2.1.2).

La présente section concerne uniquement la collecte de bois de feu sur les terres forestières restant terres forestières. Les sections Terres converties en terres cultivées, prairies, etc., expliquent comment traiter le bois de feu utilisé hors site, résultant de la conversion, et comment en tenir compte dans les statistiques sur le bois de feu.

Niveau 1 : La FAO fournit des statistiques sur la consommation de bois de feu et de charbon de bois pour tous les pays. Au Niveau 1, on peut utiliser directement les statistiques de la FAO, mais après avoir vérifié leur exhaustivité, car ces données se rapportent quelquefois à des activités spécifiques dans certaines forêts et non au bois de feu total. On devra utiliser des données nationales plus complètes, si celles-ci sont disponibles. Les *bonnes pratiques* consistent à indiquer la source nationale de données pour les données de la FAO (Ministère des forêts ou de l'agriculture, organisme de statistiques, etc.). De même, on distinguera entre la collecte de bois de feu sur les terres forestières restant terres forestières et celle sur les terres forestières converties à d'autres fins.

Niveau 2 : Si possible, on utilisera des données spécifiques au pays. Conformément aux *bonnes pratiques*, on vérifiera et complétera les données de la FAO en faisant appel à des relevés et études nationaux. De même, il sera utile d'effectuer un certain nombre d'études régionales sur la consommation de bois de feu pour valider la source de données nationales ou internationales. On peut estimer la consommation de bois de feu nationale totale en menant des enquêtes régionales auprès de foyers ruraux et urbains, à niveaux de revenus différents, et auprès d'établissements industriels et d'autres organisations.

Niveau 3 : On utilisera des données sur les abattages de bois de feu provenant d'études nationales, à la résolution requise pour le modèle de Niveau 3, y compris les abattages non commerciaux.

Les données sur la collecte traditionnelle de bois de feu, ainsi que sur les abattages commerciaux de bois de feu sur les terres forestières restant terres forestières, devront être obtenues au niveau régional ou sub-divisées au moyen d'enquêtes. La consommation de bois de feu dépend des revenus des foyers, et on peut créer des modèles pour estimer cette consommation. On doit examiner très précisément la source de bois de feu pour prévenir le risque de double comptage pour le bois de feu provenant de terres forestières restant terres forestières et de terres forestières converties à d'autres fins.

Un pays utilisant le Niveau 3 devra adopter une méthodologie systématique pour l'estimation de la consommation de bois de feu et l'étude des sources, fondée sur des enquêtes auprès des foyers, établissements industriels et autres organisations. Ces enquêtes pourront être effectuées dans diverses zones homogènes climatiques et socio-économiques, en adoptant une procédure statistique (voir Chapitre 5, Section 5.3 sur l'échantillonnage). La consommation de bois de feu variera probablement selon qu'il s'agit de zones rurales ou urbaines, et selon les saisons. C'est pourquoi on conduira des enquêtes séparées dans les zones rurales et urbaines et à différentes périodes de l'année. On pourra, par exemple, établir des modèles de consommation de bois de feu à partir de données sur les revenus, le niveau d'urbanisation, etc.

Si les données sur la consommation de bois de feu concernent le bois commercial, et ne reflètent que le bois marchand, elles devront être converties en données sur la biomasse totale du peuplement.

Autres pertes

L'estimation des autres pertes de carbone utilise des données sur les superficies affectées par les perturbations ($S_{\text{perturbation}}$), les stocks moyens de biomasse des superficies forestières (B_W), et la fraction de biomasse laissée sur le sol des forêts (f_{BL}).

Conformément aux *bonnes pratiques*, on indiquera toutes les superficies affectées par des perturbations telles que les feux, invasions parasitaires, poussées épidémiques, et tempêtes de vent qui se produisent sur des terres forestières gérées, que ces perturbations soient ou non d'origine anthropique. Toutefois, on n'inclura pas les perturbations naturelles qui se produisent dans des forêts non gérées et qui n'entraînent pas des changements d'affectation des terres. Selon leur intensité, les feux, les tempêtes de vent et les invasions parasitaires ont un impact sur un pourcentage

variable des arbres d'un peuplement. Les *bonnes pratiques* consistent à classer la superficie affectée, si possible, par nature et intensité des perturbations. Les pertes de biomasse comptabilisées dans le cadre des récoltes commerciales ou de bois de feu ne devront pas être incluses dans la catégorie des pertes dues à d'autres perturbations.

Niveau 1 : La méthodologie à ce niveau utilise des données sur les superficies affectées par les perturbations pour l'année étudiée. Il existe des données internationales sur les perturbations (voir ci-dessous) mais en général il n'existe que peu de données par défaut, et on devra recourir à une évaluation nationale, basée sur des données disponibles au niveau local suite aux perturbations, pour calculer la superficie affectée. Des données de relevés aériens peuvent aussi être utiles.

Pour ce qui est des feux, les combustibles brûlés (biomasse sur pied, y compris sous-étage, rémanents, bois mort et litière) produisent des émissions de CO₂ et de gaz sans CO₂. Les feux peuvent consommer une fraction élevée du sous-étage. Voir la Section 3.2.1.4 pour la méthodologie d'estimation des émissions sans CO₂ dues au feu et l'Équation 3.2.9 pour le calcul des émissions de CO₂ imputables aux feux.

L'Appendice 3A.1 contient plusieurs tableaux utilisables avec l'Équation 3.2.9.

- Le Tableau 3A.1.12 présente des valeurs par défaut pour le facteur de combustion à utiliser pour $(1 - f_{BL})$ lorsque le pays dispose de nombreuses données sur la biomasse du matériel sur pied ; auquel cas, on utilise le pourcentage perdu ;
- Le Tableau 3A.1.13 présente des valeurs par défaut pour la consommation de biomasse à utiliser pour $[B_W \cdot (1 - f_{BL})]$ lorsque les données sur la biomasse du matériel sur pied ne sont pas aussi nombreuses ; et
- Le Tableau 3A.1.14 présente des valeurs par défaut pour le rendement de combustion lorsque le feu est utilisé pour entraîner des changements d'affectation des terres.

Niveau 2 : A ce niveau, les variations de la biomasse du matériel sur pied résultant de perturbations importantes sont prises en compte par catégorie de forêt, et type et intensité des perturbations. Les valeurs moyennes pour les stocks de biomasse sont obtenues à partir de données nationales.

Niveau 3 : La méthodologie à ce niveau inclut l'estimation du taux de croissance à l'aide de deux inventaires et la perte de biomasse résultant de perturbations qui se sont produites entre les inventaires. Lorsqu'on ne connaît pas l'année de la perturbation, le résultat sera une réduction du taux de croissance moyen pour la période en question. Si des perturbations se produisent après le dernier inventaire, le calcul des pertes sera le même que pour le Niveau 2.

Une base de données sur le taux et l'incidence des perturbations naturelles par type, pour tous les pays européens (Schelhaas *et al.*, 2001) peut être consultée à : <http://www.efi.fi/projects/dfde>. Une base de données du PNUE sur les surfaces brûlées mondiales peut être consultée à : <http://www.grid.unep.ch/activities/earlywarning/preview/ims/gba/>

Il convient de noter, cependant, que la base de données du PNUE ne s'applique qu'à l'année 2000. Dans nombre de pays, la variabilité interannuelle des zones brûlées est importante, et par conséquent ces chiffres ne donneront pas une moyenne représentative.

3.2.1.1.3 Choix des données d'activités

SUPERFICIES DES TERRES FORESTIERES GEREEES

Tous les niveaux utilisent des données sur les superficies des terres forestières gérées.

Niveau 1 : Le Niveau 1 utilise des données sur les superficies forestières qui peuvent être obtenues à partir de statistiques nationales établies par des organismes forestiers (qui peuvent disposer de données sur différents modes de gestion), organismes chargés de la conservation (en particulier pour les forêts gérées dans le cadre d'une régénération naturelle), municipalités, et organismes responsables des relevés et de la cartographie. Des contre-vérifications devront être effectuées pour s'assurer que la représentation est complète et cohérente, et prévenir les omissions ou le double comptage comme indiqué au Chapitre 2. En l'absence de données nationales, on pourra obtenir des informations globales en consultant des sources de données internationales (FAO, 1995 ; FAO 2001 ; TBFRA, 2000). Les *bonnes pratiques* consistent à vérifier, valider et mettre à jour les données de la FAO au moyen de sources nationales.

Niveau 2 : Le Niveau 2 utilise des ensembles de données nationales définies par pays, dont la résolution permet de garantir une représentation appropriée des superficies terrestres, conformément aux recommandations du Chapitre 2.

Niveau 3 : Le Niveau 3 utilise des données nationales sur les terres forestières gérées, provenant de sources diverses, notamment d'inventaires forestiers nationaux, cadastres sur l'utilisation des terres et les changements d'affectation des terres, ou télédétection. Ces données devraient fournir une représentation complète de toutes les conversions en terres forestières, avec sub-divisions par types de climat, de sol et de végétation.

3.2.1.1.4 Évaluation de l'incertitude

La présente section examine les incertitudes spécifiques aux sources pertinentes pour les estimations d'inventaires pour les terres forestières restant terres forestières. L'estimation de valeurs spécifiques au pays et/ou de valeurs subdivisées exige une information sur l'incertitude plus exacte que celle indiquée ci-après. La Section 5.3 sur l'échantillonnage, au Chapitre 5, contient des informations sur les incertitudes associées aux études à base d'échantillons.

FACTEURS D'ÉMISSION ET D'ABSORPTION

Dans des études de Hakkila (1968, 1979) en Finlande, l'incertitude relative à la densité ligneuse de base des pins, épicéas et bouleaux (avec prédominance des tiges) est inférieure à 20 pour cent. La variabilité entre des peuplements forestiers devrait être plus faible ou, au maximum, égale à celle des arbres. En conclusion, l'incertitude des valeurs de densité ligneuse de base spécifiques au pays devrait être de l'ordre de 30 pour cent.

Lehtonen *et al.* (2003) ont analysé des facteurs d'expansion de la biomasse au niveau des peuplements pour des forêts finlandaises composées principalement de pins, épicéas et bouleaux. L'incertitude des estimations était de l'ordre de 10 pour cent. L'étude portait sur des forêts pour la plupart gérées, et par conséquent sous-estime d'environ deux fois la variation entre les forêts dans la zone boréale. On peut en conclure – et ceci est confirmé par des jugements d'experts – que l'incertitude générale de FEB doit être de 30 pour cent. L'incertitude du rapport système racinaire/système foliacé sera probablement du même ordre, à savoir 30 pour cent.

La principale source d'incertitude des estimations, lors de l'utilisation de valeurs par défaut pour la densité ligneuse de base et les FEB, est liée à l'applicabilité de ces paramètres pour les âges et compositions de peuplements spécifiques. Pour réduire l'incertitude dans ce domaine, les pays sont invités à développer des FEB spécifiques au pays, ou à échanger au plan régional les informations relatives à des valeurs applicables à des peuplements forestiers, représentatives du contexte national. En l'absence de valeurs spécifiques au pays ou à la région, on vérifiera les sources des facteurs d'émission et d'absorption par défaut et on étudiera leur représentativité par rapport au contexte national. On s'efforcera d'appliquer les valeurs par défaut qui correspondent le plus à la composition du peuplement, et aux conditions climatiques et de végétation d'un pays particulier.

Vuokila et Väliäho (1980) font état de valeurs d'accroissement pour des peuplements de pins et d'épicéas artificiellement régénérés en Finlande variant de 50 pour cent par rapport à la moyenne. Les conditions climatiques, les conditions de croissance sur place et la fertilité des sols figurent parmi les causes de ces variations. Les peuplements artificiellement régénérés et gérés étant moins variables que les forêts boréales naturelles, on prévoit un facteur de 2 pour la variabilité générale des valeurs d'accroissement par défaut pour cette zone climatique. En raison de la diversité biologique plus élevée des forêts tropicales et tempérées, on peut prévoir un facteur de 3 pour la variabilité des valeurs d'accroissement par défaut. L'utilisation de valeurs d'accroissement spécifiques au pays ou à la région, classées par type de forêt, constitue le meilleur moyen d'améliorer l'exactitude des estimations. Dans le cas de l'utilisation des valeurs d'accroissement par défaut, l'incertitude des estimations devra être clairement indiquée et documentée.

Les données sur les abattages commerciaux sont relativement exactes et ont donc une incertitude inférieure à 30 pour cent. Cependant, les données sur le total des abattages peuvent être incomplètes, en raison d'abattages illégaux et (ou) en raison des sous-déclarations dues à la réglementation fiscale. Il est probable que les statistiques n'incluront pas le bois utilisé directement, et non vendu ou traité par des tiers. Toutefois, il convient de noter que, dans la plupart des cas, les abattages illégaux et les sous-déclarations représentent une fraction minimale des pertes de carbone des forêts, et ne devraient donc pas beaucoup affecter les estimations générales et les incertitudes associées. La quantité de bois enlevé des forêts suite aux dommages causés par les tempêtes et les invasions parasitaires varie énormément en temps et en volume. Aucune donnée par défaut ne peut être fournie pour ce type de perte. Les incertitudes associées à ces pertes pourraient être estimées par un jugement d'expert basé sur la quantité de bois endommagé directement enlevé de la forêt (si de telles données existent) ou sur les données sur le bois endommagé utilisé ultérieurement à des fins commerciales ou autres.

Si la collecte de bois de feu est traitée séparément des abattages, les incertitudes peuvent être élevées. Des sources de données internationales fournissent des estimations des incertitudes qui pourraient être utilisées avec des données appropriées sur le bois de feu. Des estimations des incertitudes pour les données nationales sur la collecte de bois de feu pourraient être obtenues auprès des services forestiers locaux ou des organismes chargés des statistiques, ou estimées à l'aide de jugements d'experts.

DONNEES D'ACTIVITES

On obtiendra des données sur les superficies à l'aide des méthodes décrites au Chapitre 2. Les incertitudes varient entre 1 et 15 pour cent dans seize pays européens (Laitat *et al.*, 2000). L'incertitude des méthodes par télédétection est de ± 10 -15 pour cent. Des sous-unités auront une incertitude plus élevée, sauf si on augmente le nombre d'échantillons – toutes autres choses étant égales pour l'échantillonnage uniforme, une superficie d'un dixième du total national aura un dixième du nombre de points d'échantillonnage et, par conséquent, l'incertitude sera plus élevée d'environ la racine carrée de 10, ou environ 3,16. En l'absence de données nationales sur les superficies de terres forestières, les responsables chargés des inventaires devront se reporter à des sources de données internationales et utiliser les valeurs d'incertitude fournies par celles-ci.

3.2.1.2 VARIATIONS DES STOCKS DE CARBONE DES BASSINS DE MATIERE ORGANIQUE MORTE

Cette section présente des *bonnes pratiques* pour l'estimation de la variation des stocks de carbone associée aux bassins de matière organique morte. Les *Lignes directrices du GIEC* adoptent l'hypothèse selon laquelle la variation pour ces bassins n'est pas significative et peut être considérée comme nulle ; en d'autres termes, les absorptions

compensant les émissions, la variation nette des stocks de carbone de la matière organique morte est égale à zéro. Toutefois, les *Lignes directrices du GIEC* recommandent la prise en compte de la matière organique morte dans les futurs travaux sur les méthodes d'inventaires car la quantité de carbone de la matière organique morte est un réservoir significatif dans un grand nombre de forêts du monde. On notera que la prise en compte des bassins de matière organique morte ne s'appliquera que dans le cas de l'utilisation de méthodologies de Niveau 2 ou 3.

Des recommandations séparées sont présentées ci-après pour deux types de bassins de matière organique morte : 1) bois mort et 2) litière. Le Tableau 3.1.2 à la Section 3.1.3 du présent rapport contient des définitions détaillées de ces bassins. L'Équation 3.2.10 résume les calculs pour les variations des bassins de matière organique morte.

ÉQUATION 3.2.10
VARIATION ANNUELLE DES STOCKS DE CARBONE DE LA MATIÈRE ORGANIQUE MORTE DES TERRES FORESTIÈRES RESTANT TERRES FORESTIÈRES

$$\Delta C_{FF_MOM} = \Delta C_{FF_BM} + \Delta C_{FF_LT}$$

Où : ΔC_{FF_MOM} = variation annuelle des stocks de carbone de la matière organique morte (y compris le bois mort et la litière) des terres forestières restant terres forestières, tonnes C an⁻¹

ΔC_{FF_BM} = variation des stocks de carbone du bois mort des terres forestières restant terres forestières, tonnes C an⁻¹

ΔC_{FF_LT} = variation des stocks de carbone de la litière des terres forestières restant terres forestières, tonnes C an⁻¹

3.2.1.2.1 QUESTIONS METHODOLOGIQUES

BOIS MORT

Le bois mort est un bassin varié qui présente de nombreux problèmes pratiques en ce qui concerne les mesures de terrain, ainsi que des incertitudes associées pour les taux d'absorption par la litière et les sols ou les émissions atmosphériques. Le carbone du bois mort varie considérablement pour les peuplements forestiers de l'ensemble du paysage, pour les peuplements gérés (Duvall et Grigal, 1999 ; Chojnacky et Heath, 2002) et même pour les peuplements non gérés (Spies *et al.*, 1988). Les quantités de bois mort dépendent de la date de la dernière perturbation, du taux de mortalité lors la perturbation (Spies *et al.*, 1988), des taux de mortalité naturelle, du taux de décomposition et de la gestion. La méthode proposée reconnaît l'importance régionale du type de forêt, du régime de perturbation et du mode de gestion pour les stocks de carbone du bois mort, et permet l'intégration des connaissances et des données scientifiques.

LITIÈRE

L'accumulation de litière est une fonction de la quantité annuelle de chute de litière, laquelle inclut la totalité des feuilles, brindilles et petites branches, fruits, fleurs et écorce moins le taux annuel de décomposition. La masse de litière dépend également de la date et du type de la dernière perturbation. La litière augmente rapidement pendant les phases initiales du développement d'un peuplement. La gestion (récolte du bois, brûlage des déchets forestiers, préparation des sites, etc.) modifie complètement les propriétés de la litière (Fisher et Binkley, 2000), mais peu d'études documentent clairement les effets de la gestion sur le carbone de la litière (Smith et Heath, 2002).

La méthode proposée reconnaît l'impact important du type de forêt, des régimes de perturbations ou des pratiques de gestion sur le carbone de la litière, et permet l'intégration des connaissances et données scientifiques disponibles. La méthodologie utilise les hypothèses suivantes :

- Avec le temps, le carbone du bassin litière atteint une valeur stable moyennée spatialement, spécifique au type de forêt, au régime de perturbation et aux pratiques de gestion ;
- Les changements à l'origine d'une nouvelle valeur stable pour le carbone de la litière se produisent pendant une période de transition. Une colonne du Tableau 3.2.1 contient des facteurs par défaut mis à jour pour la période de transition. En général, la valeur du carbone de la litière se stabilise plus tôt que les stocks de biomasse aérienne ; et
- La séquestration du carbone pendant la période de transition jusqu'à un nouvel équilibre est linéaire.

3.2.1.2.1.1 Choix de la méthode

Selon les données disponibles, le pays peut utiliser un niveau méthodologique différent pour les bassins du bois mort et de la litière.

Calcul de la variation des stocks de carbone du bois mort

Les *Lignes directrices du GIEC* n'exigent pas l'estimation ou la notification de données pour le bois mort ou la litière, car elles supposent que la valeur moyennée dans le temps de ces bassins reste constante, étant donné que les absorptions par les bassins de matière morte sont compensées par les émissions. Les *Recommandations en*

matière de bonnes pratiques utilisent également cette hypothèse par défaut, mais ajoutent des conseils pour la notification à des niveaux supérieurs aux fins de la Convention et pour répondre aux prescriptions du Chapitre 4.

On peut calculer la variation des stocks de carbone du bois mort pour une superficie de terres forestières de deux façons, indiquées dans l'Équation 3.2.11 et l'Équation 3.2.12. Les superficies de terres forestières devront être classées par type de forêt, régime de perturbation, régime de gestion ou autres facteurs significatifs pour les bassins de carbone du bois mort. Les émissions brutes de CO₂ par le bois mort seront calculées avec l'Équation 3.2.11 au Niveau 2 ou 3.

<p>ÉQUATION 3.2.11</p> <p>VARIATION ANNUELLE DES STOCKS DE CARBONE DU BOIS MORT DES TERRES FORESTIERES RESTANT</p> <p>TERRES FORESTIERES</p> <p>(OPTION 1)</p> $\Delta C_{FF_{BM}} = [S \cdot (B_{vers} - B_{par})] \cdot FC$

Où : $\Delta C_{FF_{BM}}$ = variation annuelle des stocks de carbone du bois mort des terres forestières restant terres forestières, tonnes C an⁻¹

S = superficie de terres forestières gérées restant terres forestières, ha

B_{vers} = transfert annuel moyen vers le bois mort, tonnes m.s. ha⁻¹ an⁻¹

B_{par} = transfert annuel moyen par le bois mort, tonnes m.s. ha⁻¹ an⁻¹

FC = fraction de carbone de la matière sèche (défaut = 0,5), tonnes C (tonne m.s.)⁻¹

B_{vers}, le transfert annuel vers le bassin de bois mort, inclut la biomasse coupée pendant la récolte, mais laissée sur place, la mortalité naturelle et la biomasse des arbres détruits par les feux ou autres perturbations, mais non émise au moment de la perturbation. B_{par}, le transfert annuel moyen par le bassin de bois mort, représente les émissions de carbone par le bassin de bois mort. On calcule ces émissions en multipliant les stocks de carbone du bois mort par un taux de décomposition. Les *Lignes directrices du GIEC*, supposent que B_{vers} et B_{par} s'annulent mutuellement, de sorte que $\Delta C_{FF_{BM}}$ est égal à zéro.

Le choix de l'équation dépend des données disponibles. Les transferts vers et par un bassin de bois mort pour l'Équation 3.2.11 peuvent être difficiles à mesurer. La méthode pour la variation des stocks décrite dans l'Équation 3.2.12 est utilisée avec des données de relevés, échantillonnées selon les principes décrits à la Section 5.3.

<p>ÉQUATION 3.2.12</p> <p>VARIATION ANNUELLE DES STOCKS DE CARBONE DU BOIS MORT DES TERRES FORESTIERES RESTANT</p> <p>TERRES FORESTIERES</p> <p>(OPTION 2)</p> $\Delta C_{FF_{BM}} = [S \cdot (B_{t_2} - B_{t_1}) / T] \cdot FC$

Où : $\Delta C_{FF_{BM}}$ = variation annuelle des stocks de carbone du bois mort des terres forestières restant terres forestières, tonnes C an⁻¹

S = superficie des terres forestières gérées restant terres forestières, ha

B_{t1} = stocks de bois mort au point temporel t₁ pour des terres forestières gérées restant terres forestières, tonnes m.s. ha⁻¹

B_{t2} = stocks de bois mort au point temporel t₂ (point temporel antérieur) pour des terres forestières gérées restant terres forestières, tonnes m.s. ha⁻¹

T (= t₂ - t₁) = intervalle temporel entre la deuxième et la première estimation des stocks, années

FC = fraction de carbone de la matière sèche (défaut = 0,5), tonnes C (tonne m.s.)⁻¹

Le diagramme décisionnel à la Figure 3.1.1 (Section 3.1.6) facilite le choix du niveau approprié pour la mise en oeuvre des procédures d'estimation. Théoriquement, les Équations 3.2.11 et 3.2.12 devraient donner les mêmes estimations de carbone. En pratique, la disponibilité des données et l'exactitude recherchée déterminent le choix de l'équation.

Niveau 1 (Défaut) : A ce niveau, les *Lignes directrices du GIEC* supposent un taux de transfert moyen vers le bassin de bois mort égal au taux de transfert par ce bassin, et donc une variation nette nulle. En conséquence, il n'est pas nécessaire de quantifier le bassin de carbone du bois mort. Toutefois, les pays dans lesquels les types de forêts, les régimes des perturbations ou les modes de gestion forestière varient considérablement sont invités à collecter des données nationales pour quantifier et présenter les incidences de ces variations à l'aide de méthodes de Niveau 2 ou 3.

Niveau 2 : On utilisera l'Équation 3.2.11 ou 3.2.12, en fonction du type de données disponibles au plan national. Les données d'activités sont définies par le pays par types de forêts, régimes de perturbations et modes de gestion, ou autres variables importantes influant sur le bassin de bois mort. Avec l'Équation 3.2.11, les taux de transfert sont

calculés pour le pays ou obtenus auprès de sources régionales correspondantes (données de pays voisins, par exemple). On utilise des taux de décomposition, spécifiques au pays, pour estimer les émissions de carbone par les stocks de bois mort. On peut utiliser l'Équation 3.2.12 à condition d'avoir des valeurs par défaut des stocks de carbone de bois mort spécifiques au pays.

Niveau 3 : Les méthodes de Niveau 3 peuvent être utilisées par les pays qui disposent de facteurs d'émission spécifiques au pays, et d'une méthodologie nationale bien structurée. Une méthodologie définie par le pays peut être fondée sur des inventaires détaillés de parcelles échantillons permanentes pour les forêts gérées et/ou sur des modèles. La conception statistique de l'inventaire, conforme aux principes décrits au Chapitre 5, fournira des informations sur les incertitudes associées à l'inventaire. Les modèles utilisés suivront les principes présentés au Chapitre 5. On utilise l'Équation 3.2.11 ou 3.2.12, en fonction des données et des méthodes disponibles.

LITIÈRE

Calcul de la variation des stocks de carbone de la litière

L'estimation de la variation des stocks de carbone de la litière est basée sur le calcul des variations annuelles nettes des stocks de litière pour une superficie de terres forestières en transition, de l'état i à l'état j , comme illustré dans l'Équation 3.2.13 :

ÉQUATION 3.2.13

VARIATION ANNUELLE DES STOCKS DE CARBONE DE LA LITIÈRE DES TERRES FORESTIÈRES RESTANT

TERRES FORESTIÈRES

$$\Delta C_{FF_{LT}} = \sum_{i,j} [(C_j - C_i) \cdot S_{ij}] / T_{ij}$$

où,

$$C_i = LT_{réf(i)} \cdot f_{intensité\ gestion(i)} \cdot f_{régime\ perturb(i)}$$

Où : $\Delta C_{FF_{LT}}$ = variation annuelle des stocks de carbone de la litière, tonnes C an⁻¹

C_i = stocks de litière stables, à l'état antérieur i , tonnes C ha⁻¹

C_j = stocks de litière stables, à l'état actuel j , tonnes C ha⁻¹

S_{ij} = superficie de forêt en transition de l'état i à l'état j , ha

T_{ij} = période de transition de l'état i à l'état j , années ; la valeur par défaut est de vingt ans

$LT_{réf(i)}$ = stocks de litière de référence pour une forêt naturelle, non gérée, correspondant à l'état i , tonnes C ha⁻¹

$f_{intensité\ gestion(i)}$ = facteur de compensation reflétant l'effet de l'intensité ou des pratiques de gestion sur $LT_{réf}$ pour l'état i , adimensionnel

$f_{régime\ perturb(i)}$ = facteur de compensation reflétant l'effet d'un changement du régime des perturbations sur $LT_{réf}$ à l'état i , adimensionnel

Les facteurs de compensation reflétant l'effet de l'intensité de la gestion ou du régime des perturbations ont une valeur par défaut de 1,0. Les données sur les bassins de litière sont quelquefois collectées et exprimées en unités de matière sèche, et non pas en carbone. Pour convertir la matière sèche en carbone, multiplier la masse par une valeur par défaut de 0,370 (Smith et Heath, 2002), et non pas par la fraction de carbone utilisée pour la biomasse.

On suppose que la transition entre C_i et C_j s'effectue sur une échelle temporelle de T années (défaut = vingt ans). La variation totale du bassin de carbone de la litière au cours d'une année est égale à la somme des émissions/absorptions annuelles pour toutes les terres forestières pour lesquelles il y a eu changement des types de forêts, pratiques de gestion ou régimes de perturbations pendant une période inférieure à T années. Des valeurs par défaut mises à jour sont présentées au Tableau 3.2.1 pour des stocks de carbone de la litière de terres forestières matures restants forêts, des taux d'accumulation nette pour la période par défaut (vingt ans), des périodes de transition par défaut mises à jour, et des taux d'accumulation nette pour les périodes de transition par défaut mises à jour.

Le diagramme décisionnel à la Figure 3.1.1 (Section 3.1.6) contient des conseils sur la sélection du niveau approprié pour la mise en oeuvre des procédures d'estimation.

Niveau 1 (Défaut) : A ce niveau, les *Lignes directrices du GIEC* supposent un taux de transfert moyen vers le bassin de la litière égal au taux de transfert par ce bassin, et donc une variation nette nulle. En conséquence, il n'est pas nécessaire de quantifier le bassin de carbone de la litière. Toutefois, les pays dans lesquels les types de forêts, les régimes des perturbations ou les modes de gestion forestière varient considérablement sont invités à collecter des données nationales pour quantifier et présenter les incidences de ces variations à l'aide de méthodes de Niveau 2 ou 3.

Niveau 2 : On utilisera l'Équation 3.2.13 ou une adaptation de l'Équation 3.2.11 pour le carbone de la litière, en fonction du type de données disponibles au plan national. Les données d'activités sont définies par le pays par types de forêts, régimes de perturbations et modes de gestion, ou autres variables importantes influant sur le

bassin du bois mort. On utilise l'Équation 3.2.11 adaptée pour la litière lorsque les taux de transfert sont calculés pour le pays ou obtenus auprès de sources régionales correspondantes (données de pays voisins, par exemple). On utilise des taux de décomposition spécifiques au pays pour estimer les émissions de carbone par les stocks du bois mort. On peut utiliser l'Équation 3.2.12 à condition d'avoir des valeurs par défaut des stocks de carbone du bois mort spécifiques au pays.

Niveau 3 : La méthodologie pour l'estimation de la variation du carbone de la litière fait appel à l'élaboration, à la validation et à la mise en oeuvre d'un programme d'inventaires nationaux ou de systèmes d'inventaires associés à des modèles. Ce niveau étudie des bassins plus étroitement liés, en effectuant, par exemple, des mesures ou des échantillonnages de tous les bassins forestiers d'un même emplacement. En raison de la variabilité spatiale et temporelle, et de l'incertitude relative au carbone de la litière, les pays pour lesquels les variations du carbone de la litière pour les forêts gérées sont une catégorie clé, sont invités à quantifier les variations au moyen d'inventaires conçus statistiquement ou de modèles évolués capables de prévoir avec exactitude des variations spécifiques aux sites. La conception statistique de l'inventaire, conforme aux principes décrits au Chapitre 5, fournira des informations sur les incertitudes associées à l'inventaire. Les modèles utilisés seront conformes aux principes indiqués au Chapitre 5. On utilise l'Équation 3.2.13 ou l'Équation 3.2.11 adaptée pour la litière, en fonction des données et des méthodes disponibles.

TABLEAU 3.2.1 VALEURS PAR DEFAUT MISES A JOUR POUR LES STOCKS DE CARBONE DE LA LITIERE (TONNES C HA⁻¹) ET PERIODES DE TRANSITION (ANNEES) (L'accumulation annuelle nette du carbone de la litière est basée essentiellement sur des données pour des forêts gérées et une période par défaut de vingt ans)								
Climat	Type de forêt							
	Caducifoliée décidue	Conifères sempervirente	Caducifoliée décidue	Conifères sempervirente	Caducifoliée décidue	Conifères sempervirente	Caducifoliée décidue	Conifères sempervirente
	Stocks de carbone de la litière des forêts matures (tonnes C ha ⁻¹)		Durée de la période de transition (années)		Accumulation annuelle nette du carbone de la litière pendant la période de transition ^{bc} (tonnes C ha ⁻¹ an ⁻¹)		Accumulation annuelle nette du carbone de la litière, basée sur une période par défaut de 20 ans (tonnes C ha ⁻¹ an ⁻¹)	
Boréal, sec	25 (10-58)	31 (6-86)	50	80	0,5	0,4	1,2	1,6
Boréal, humide	39 (11-117)	55 (7-123)	50	80	0,8	0,7	2,0	2,8
Froid tempéré, sec	28 (23-33) ^a	27 (17-42) ^a	50	80	0,6	0,4	1,4	1,4
Froid tempéré, humide	16 (5-31) ^a	26 (10-48) ^a	50	50	0,3	0,5	0,8	1,3
Chaud tempéré, sec	28,2 (23,4-33,0) ^a	20,3 (17,3-21,1) ^a	75	75	0,4	0,3	1,4	1,0
Chaud tempéré, humide	13 (2-31) ^a	22 (6-42) ^a	50	30	0,3	0,7	0,6	1,1
Subtropical	2,8 (2-3)	4,1	20	20	0,1	0,2	0,1	0,2
Tropical	2,1 (1-3)	5,2	20	20	0,1	0,3	0,1	0,3

Sources : Siltanen *et al.*, 1997 ; Smith et Heath, 2002 ; Tremblay *et al.*, 2002 ; et Vogt *et al.*, 1996, après conversion de masse en carbone, par multiplication par un facteur de conversion de 0,37 (Smith et Heath, 2002).

Remarque : Les âges sont ceux donnés par Smith et Heath (2002).

^a Les valeurs entre parenthèses avec indice supérieur « a » sont les 5^e et 95^e centiles obtenus à partir de simulations de parcelles d'inventaires, et les valeurs sans indice supérieur « a » correspondent à la plage totale.

^b Ces colonnes indiquent l'augmentation annuelle du carbone de la litière à partir d'un sol dénudé de terres converties en terres forestières.

^c On notera que les taux d'accumulation sont pour les absorptions de carbone dans l'atmosphère. Cependant, suivant la méthodologie, ces taux peuvent être des transferts dans d'autres bassins.

3.2.1.2.1.2 Choix des facteurs d'émission/d'absorption

BOIS MORT

Niveau 1 : On suppose que les stocks de carbone du bois mort de toutes les forêts gérées restant forêts sont stables.

Niveau 2 : On peut calculer des valeurs spécifiques au pays pour le transfert du carbone d'arbres vivants récoltés vers des résidus de récoltes à l'aide de facteurs d'expansion nationaux, en tenant compte du type de forêt

(conifères/caducifoliée/mixte), du taux d'utilisation de la biomasse, des méthodes de récoltes et du nombre d'arbres endommagés pendant les récoltes. Des études scientifiques peuvent fournir des valeurs spécifiques au pays pour les régimes des perturbations. Si on calcule des facteurs d'apports spécifiques au pays, on devra également calculer des facteurs de pertes correspondants pour les récoltes et les régimes des perturbations à l'aide de données spécifiques au pays.

Niveau 3 : Au Niveau 3, les pays devront établir leurs propres méthodologies et paramètres pour l'estimation des variations pour le bois mort. Ceci devra être intégré à l'élaboration de l'inventaire forestier national, avec échantillonnage périodique conforme aux principes indiqués à la Section 5.3, et associé à des modélisations représentatives des interactions entre tous les bassins liés aux forêts. Les méthodes de Niveau 3 permettent d'obtenir des estimations plus exactes que celles des niveaux inférieurs et mettent davantage l'accent sur les interactions entre les bassins forestiers. Certains pays ont établi des matrices des perturbations qui présentent, pour chaque type de perturbation, un schéma de la distribution du carbone entre les bassins (Kurz et Apps, 1992). Une modélisation du bilan carbone du bois mort contient d'autres paramètres importants, notamment les taux de décomposition, les variables selon le type de bois et les conditions microclimatiques, et les procédures de préparation des sites (brûlage contrôlé étendu ou brûlage ponctuel, etc.). L'Équation 3.2.12 peut être utilisée avec des données d'échantillons collectées conformément aux principes indiqués à la Section 5.3. Le Tableau 3.2.2 contient des données qui peuvent être utiles pour la comparaison des modèles, mais qui ne peuvent pas servir de valeurs par défaut.

Biome ^a	Taux de mortalité moyen (fraction de biomasse sur pied par an)	Coefficient de variation/Nombre de peuplements
Forêt tropicale	0,0177	0,616/61
Forêt sempervirente	0,0116	1,059/49
Forêt décidue	0,0117	0,682/29
	Stocks de bois mort moyens (tonnes m.s. ha ⁻¹)	Coefficient de variation/Nombre de peuplements
Forêt tropicale	18,2	2,12/37
Forêt sempervirente	43,4	1,12/64
Forêt décidue	34,7	1,00/62
	Rapport biomasse morte/sur pied moyen	Coefficient de variation/Nombre de peuplements
Forêt tropicale	0,11	0,75/10
Forêt sempervirente	0,20	1,33/18
Forêt décidue	0,14	0,77/19

Source : Harmon, M.E., O.N. Krankina, M. Yatskov, et E. Matthews. 2001. Predicting broad-scale carbon stores of woody detritus from plot-level data. Pp. 533-552 Dans : Lal, R., J. Kimble, et B.A. Stewart (éds), Assessment Methods for Soil Carbon, CRC Press, New York.

^a Pour la délimitation des biomes, voir Figure 3.1.3.

LITIÈRE

Niveau 1 (Défaut) : A ce niveau, les *Lignes directrices du GIEC* supposent qu'il y a équilibre entre les émissions et les absorptions par la litière et que, par conséquent, la variation nette de ce bassin de carbone est nulle. Les pays dans lesquels les types de forêts, les régimes des perturbations ou les modes de gestion forestière varient considérablement sont invités à collecter des données nationales pour quantifier et présenter les incidences de ces variations à l'aide de méthodes de Niveau 2 ou 3. Le Tableau 3.2.1 contient des valeurs par défaut qui peuvent servir de calcul approximatif pour déterminer si le carbone de la litière est une catégorie clé, ou pour vérifier les valeurs spécifiques au pays.

Niveau 2 : Les *bonnes pratiques* consistent à utiliser des données nationales sur la litière pour diverses catégories de forêts, ainsi que des valeurs par défaut, en l'absence de valeurs nationales ou régionales pour certaines catégories. Le Tableau 3.2.1 contient des données par défaut, mises à jour, sur les stocks de la litière, mais il est préférable d'utiliser des données nationales, si possible.

Niveau 3 : On peut obtenir des estimations du carbone de la litière, sub-divisées au niveau national, pour différents types de forêts, et régimes de perturbations et de gestion, basées sur des mesures provenant d'inventaires forestiers nationaux ou d'un programme spécial d'inventaires sur les gaz à effet de serre.

3.2.1.2.1.3 Choix des données d'activités

Les données d'activités sont les superficies des forêts restant forêts, présentées par grands types de forêts, pratiques de gestion et régimes de perturbations. La superficie totale devra être conforme aux superficies examinées aux

autres sections du présent chapitre, notamment à la Section 3.2.1.1. Il est beaucoup plus facile d'évaluer les variations de matière organique morte si cette information peut être utilisée avec des données nationales sur les sols et les régimes climatiques, des inventaires de la végétation et d'autres données géophysiques. Les superficies récapitulatives pour le bassin de la litière peuvent différer de celles pour le bassin du bois mort lorsqu'on sait que les facteurs d'émission ne varient pas pour certaines données d'activités, par exemple pour les pratiques de gestion.

Les sources de données varieront en fonction du système national de gestion des forêts, depuis des entreprises ou exploitants individuels jusqu'à des organismes de réglementation et organismes gouvernementaux chargés des inventaires et gestion des forêts et des centres de recherches. Les formats peuvent varier considérablement, et inclure, entre autres, des comptes-rendus d'activités présentés périodiquement dans le cadre de programmes incitatifs ou conformément aux réglementations, des inventaires de gestion forestière et des images télédéteectées.

3.2.1.2.1.4 Évaluation de l'incertitude

L'incertitude associée aux méthodes de Niveau 1 est tellement élevée qu'on a simplement supposé que les bassins de matière organique morte étaient stables pendant la période de croissance des forêts gérées. On a supposé que les résidus des récoltes se décomposent instantanément lors de la récolte, en émettant leur masse totale sous forme de dioxyde de carbone. Il n'a pas été tenu compte des émissions par la matière organique morte résultant de perturbations telles que feux incontrôlés, invasions parasitaires ou poussées épidémiques. De même, les interactions au sein du bassin de carbone de la litière n'ont pas été prises en compte. Dans le cas d'émissions supposées nulles, il n'est pas possible de décrire l'incertitude sous forme de pourcentage des émissions, car tout pourcentage multiplié par zéro égale zéro.

BOIS MORT

On estime la limite maximale pour le carbone du bois mort à 25 pour cent de la quantité de carbone dans les bassins de biomasse vivante. La valeur maximale en termes absolus pour le carbone du bois mort est 25 pour cent de la quantité de carbone des bassins de biomasse vivante divisé par 5. La division par 5 simule la décomposition du bois mort sur une échelle temporelle de cinq ans. L'utilisation de données d'inventaires régionaux et spécifiques au pays avec les Niveaux 2 et 3 permet une réduction significative des incertitudes. Une étude sur le bois mort peut être conçue en vue d'obtenir une précision pré-définie. Des valeurs établies nationalement, de l'ordre de ± 30 pour cent, peuvent être raisonnables pour le bois mort.

LITIÈRE

Une analyse des plages figurant au Tableau 3.2.1 permet d'obtenir des valeurs par défaut pour la litière. Pour les bassins de la litière, le facteur d'incertitude est approximativement de 1. Il en est de même pour les taux d'émission ou d'absorption. L'utilisation de données d'inventaires régionaux et spécifiques au pays avec les Niveaux 2 et 3 permet une réduction significative des incertitudes.

3.2.1.3 VARIATIONS DES STOCKS DE CARBONE DES SOLS

La présente section examine plus en détail les procédures d'estimation et les *bonnes pratiques* pour l'estimation de la variation des stocks de carbone émis et absorbé par les sols forestiers. Des recommandations séparées sont présentées pour deux types de bassins de carbone des sols forestiers : 1) la partie organique des sols forestiers minéraux, et 2) les sols organiques. La variation des stocks de carbone des sols des terres forestières restant terres forestières ($\Delta C_{FF_{Sols}}$) est égale à la somme des variations des stocks de carbone des sols minéraux ($\Delta C_{FF_{Minéraux}}$) et des sols organiques ($\Delta C_{FF_{Organiques}}$).

Le présent rapport ne couvre pas le bassin de carbone des sols inorganiques, mais souligne la nécessité pour les procédures analytiques de distinguer entre les fractions organiques et inorganiques lorsque la fraction inorganique est importante.

MATIÈRES ORGANIQUES DU SOL

On entend par matières organiques du sol un complexe de grandes molécules et particules amorphes résultant de l'humidification de la litière aérienne et souterraine, et intégrées au sol sous forme de particules libres ou liées aux particules des sols minéraux. Elles incluent également des acides organiques, des micro-organismes morts et vivants, et les substances synthétisées à partir de leurs composants (Johnson *et al.*, 1995).

Conformément aux *bonnes pratiques*, on séparera les sols forestiers minéraux et organiques, étant donné que les procédures d'estimation par défaut sont différentes.

MATIÈRES ORGANIQUES DES SOLS FORESTIERS MINÉRAUX

En général, la teneur en carbone organique des sols forestiers minéraux (à 1 m de profondeur) varie entre moins de 10 et près de 20 kg de C m⁻², avec de grands écarts types (Jobbagy et Jackson, 2000). A cette profondeur, les sols forestiers minéraux contiennent approximativement 700 Pg de carbone (Dixon *et al.*, 1994). Étant donné que l'apport de matières organiques provient principalement de la litière aérienne, les matières organiques des sols forestiers tendent à être concentrées dans les horizons supérieurs du sol ; environ la moitié du carbone organique des 100 cm supérieurs

des sols minéraux se trouve dans les 30 cm supérieurs. Le carbone présent dans le profil supérieur est souvent le plus décomposable chimiquement, et le plus exposé directement aux perturbations naturelles et anthropiques.

En raison d'un manque de cohérence au niveau des classifications, on ne dispose pas d'estimation globale de la teneur en carbone des sols organiques forestiers. Pour les tourbières forestières, Zoltai et Martikainen (1997) ont estimé une superficie de 70 à 88 Mha (en utilisant une profondeur minimale de 30 cm), avec une teneur en carbone globale de l'ordre de 500 Pg.

ENCADRE 3.2.1

SOLS ORGANIQUES, TOURBIÈRES ET ZONES HUMIDES

Les termes « sols organiques » et « tourbières » sont quelquefois utilisés de façon interchangeable dans les publications, bien que le terme « tourbe », utilisé plus couramment dans les publications écologiques, indique en fait l'origine du matériau organique – principalement des fragments de mousse formés dans des conditions anaérobies. La présence de tourbe ne suffit pas pour définir un sol organique. On notera que les sols organiques peuvent être recouverts par des couches LFH (litière, fermentation et humus), mais ces couches organiques ne seront pas présentes dans un environnement anaérobie.

Les zones humides sont identifiées et classées sur la base de leurs propriétés hydrologiques, à savoir l'existence dominante de conditions anaérobies. Les marais sont des zones humides à substrat organique.

Dans le présent document, tous les sols organiques d'une forêt gérée doivent être inclus dans l'évaluation, indépendamment de l'origine des matières organiques, ou du régime hydrologique des sols.

3.2.1.3.1 QUESTIONS METHODOLOGIQUES

Les matières organiques du sol sont dans un état d'équilibre dynamique entre les absorptions et émissions de carbone organique. Les absorptions sont déterminées principalement par la productivité forestière, la décomposition de la litière et son incorporation aux sols minéraux ; les émissions sont contrôlées par les taux de décomposition des matières organiques et le retour du carbone dans l'atmosphère par le biais de la respiration (Pregitzer, 2003). D'autres émissions de carbone organique des sols sont le résultat de l'érosion ou de la dissolution du carbone organique, mais ces processus peuvent ne pas entraîner d'émissions de carbone immédiates.

En général, les activités humaines et d'autres perturbations modifient cet équilibre dynamique du carbone des sols forestiers. Les changements du type de forêt, de la productivité, des taux de décomposition et des perturbations peuvent modifier la teneur en carbone des sols forestiers. Les caractéristiques de la gestion des forêts, telles que la durée des rotations, les pratiques de récolte (totalité de l'arbre ou grumes de sciage ; régénération, coupes partielles ou éclaircies) ; la préparation des sites (brûlage dirigé, scarification des sols) et la fertilisation, influent plus ou moins sur la teneur en carbone organique du sol (Harmon et Marks, 2002 ; Liski *et al.*, 2001 ; Johnson et Curtis, 2001). Les variations des régimes de perturbations, notamment dans le cas de feux de forêts importants, invasions parasitaires et autres perturbations entraînant le remplacement des peuplements, modifient souvent le bassin de carbone des sols forestiers (Li et Apps, 2002 ; de Groot *et al.*, 2002).

SOLS MINÉRAUX

En dépit du nombre croissant de publications sur les effets des types de forêts, pratiques de gestion et autres perturbations sur le carbone organique des sols, le plus souvent, les conclusions continuent d'être spécifiques au site et à l'étude, et influencées par les conditions climatiques, les caractéristiques des sols, l'échelle temporelle de l'étude, la profondeur des sols étudiés et l'intensité de l'échantillonnage (Johnson et Curtis, 2001 ; Hoover, 2003 ; Page-Dumroese *et al.*, 2003). Dans l'état actuel des connaissances, on ne peut pas établir de conclusions précises sur l'ampleur et la tendance des variations des stocks de carbone des sols minéraux forestiers associés au type de forêt, à la gestion et autres perturbations, ni de généraliser à ce sujet.

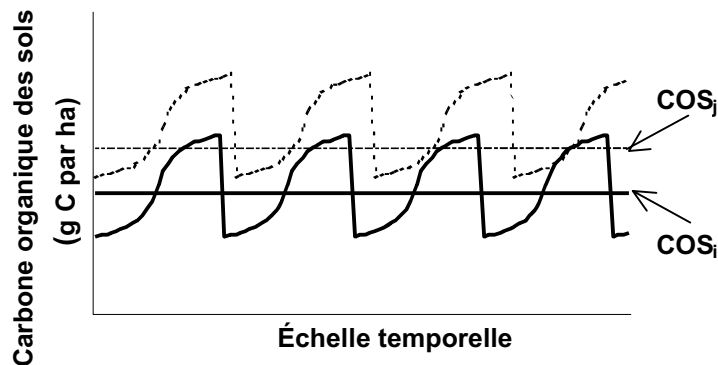
La méthode proposée reconnaît l'impact important du type de forêt, des activités de gestion ou des régimes des perturbations sur le bilan de carbone des sols minéraux forestiers, et permet l'intégration des connaissances et données scientifiques disponibles. Cependant, en raison du caractère incomplet des connaissances scientifiques et l'incertitude qui en résulte, la méthodologie continue d'utiliser l'hypothèse des *Lignes directrices du GIEC* qui suppose des stocks de carbone des sols minéraux forestiers constants, et, par conséquent, aucune valeur par défaut n'est fournie au Niveau 1.

La méthode par défaut suppose une teneur en carbone stable, moyennée spatialement pour les sols minéraux forestiers pour des types de forêts, pratiques de gestion et régimes de perturbations donnés. Cette valeur à l'équilibre est modifiée lorsque ces états ou conditions changent. La méthode utilise les suppositions suivantes :

- (i) Avec le temps, le carbone organique des sols forestiers (COS) atteint une valeur stable, moyennée spatialement, spécifique au sol, au type de forêt et aux pratiques de gestion (plantation de conifères tropicale sur un sol peu actif, par exemple). Cette valeur est un COS moyenné dans le temps, estimé pour plusieurs rotations ou cycles de perturbations (Figure 3.2.1).

- (ii) Les changements du type de forêt et de la gestion à l'origine d'une nouvelle valeur de COS stable se produisent pendant une période de transition égale à la durée d'une rotation ou à l'intervalle de retour des perturbations naturelles, en années.
- (iii) L'absorption/l'émission de COS pendant la transition vers une nouvelle valeur d'équilibre de COS se produit de façon linéaire.

Figure 3.2.1 Deux valeurs du carbone organique des sols moyennées dans le temps, correspondant à différentes combinaisons de sols forestiers, pratiques de gestion et régimes de perturbations



SOLS ORGANIQUES

Comme pour les sols minéraux, l'accumulation ou la perte du carbone des sols organiques est le résultat d'un équilibre entre absorptions et émissions. Lorsque des conditions humides ou pluvieuses empêchent plus ou moins la décomposition des matières organiques, l'apport de matières organiques peut être supérieur aux pertes dues à la décomposition, et il y a accumulation de matières organiques. Les émissions de carbone dans l'atmosphère par les sols organiques saturés sont composées principalement de CH_4 , alors que dans des conditions aérobies le flux de carbone dans l'atmosphère est essentiellement du CO_2 . Les émissions et absorptions de carbone par les sols organiques sont étroitement liées aux régimes hydrologiques des sites : humidité, profondeur de la nappe phréatique, conditions de réduction-oxydation (Clymo, 1984 ; Thormann *et al.*, 1999), mais également à la composition des espèces et à la composition chimique de la litière (Yavitt *et al.*, 1997). Ce bassin de carbone réagit aux activités ou événements qui influent sur les conditions d'aération ou de décomposition.

Le drainage des sols organiques émet du CO_2 par oxydation des matières organiques dans la couche aérobie, bien que cette perte de carbone puisse être partiellement ou totalement compensée par : 1) des apports plus importants de matières organiques provenant des couches supérieures ; ou 2) la diminution des flux naturels de CH_4 . La quantité des émissions de CO_2 est liée à la profondeur du drainage, à la fertilité et à la consistance de la tourbe, et à la température (Martikainen *et al.*, 1995). L'arrêt du drainage des sols organiques réduit ces émissions de CO_2 et peut même rétablir le potentiel d'absorption nette de carbone des sols organiques forestiers (voir également Section 3a.3.2, Sols organiques gérés à des fins d'extraction de tourbe, à l'Appendice 3a.3, et Section 3.2.1.4, Émissions de gaz à effet de serre sans CO_2). Le CO_2 émis à la suite de l'oxydation des matières organiques après le drainage entre dans la catégorie des émissions anthropiques. Les émissions par les tourbières forestières non drainées et non gérées sont considérées comme des émissions naturelles et ne sont donc pas prises en compte.

D'autres activités de gestion des forêts peuvent modifier les échanges de carbone des sols organiques sous-jacents. Les récoltes, par exemple, peuvent entraîner une élévation de la nappe phréatique, en raison de la diminution de l'interception, de l'évaporation et de la transpiration (Dubé *et al.*, 1995).

En dépit de certaines preuves de l'effet des activités anthropiques sur les sols organiques forestiers, la plupart des données et des connaissances scientifiques sont encore spécifiques aux sites et ne peuvent pas être généralisées. En général, le flux de carbone net des sols organiques est estimé directement à partir de mesures dans des chambres ou des tours de flux (Lafleur, 2002).

3.2.1.3.1.1 Choix de la méthode

Calcul de la variation des stocks de carbone des sols

SOLS MINÉRAUX

On peut calculer les émissions ou absorptions de carbone du bassin des sols forestiers minéraux sous forme de variations annuelles des stocks de carbone organique des sols pour une superficie de terres forestières en transition, de l'état i à l'état j , et où chaque état correspond à une combinaison donnée de type de forêt, d'intensité de gestion et de régime de perturbations, comme indiqué dans l'Équation 3.2.14.

ÉQUATION 3.2.14

VARIATION ANNUELLE DES STOCKS DE CARBONE DES SOLS MINÉRAUX DES TERRES FORESTIÈRES
RESTANT TERRES FORESTIÈRES

$$\Delta C_{FF_{\text{MINÉRAUX}}} = \sum_{ij} [(COS_j - COS_i) \cdot S_{ij}] / T_{ij}$$

Où

$$COS_i = COS_{\text{réf}} \cdot f_{\text{type forêt}(i)} \cdot f_{\text{intensité gestion}(i)} \cdot f_{\text{régime perturb}(i)}$$

Où : $\Delta C_{FF_{\text{Minéraux}}}$ = variation annuelle des stocks de carbone des sols minéraux des terres forestières restant terres forestières, tonnes C an⁻¹

COS_i = stocks de carbone organique stable des sols, à l'état antérieur i , tonnes C ha⁻¹

COS_j = stocks de carbone organique stable des sols, à l'état actuel j , tonnes C ha⁻¹

S_{ij} = superficie de forêt en transition de l'état i à l'état j , ha

T_{ij} = période de transition de l'état COS_i à l'état COS_j , années. La valeur par défaut est de vingt ans.

$COS_{\text{réf}}$ = stocks de carbone de référence, pour une forêt naturelle non gérée, pour un sol donné, tonnes C ha⁻¹

$f_{\text{type forêt}(i)}$ = facteur de compensation reflétant l'effet d'un changement du type de forêt, de forêt naturelle à forêt à l'état i , adimensionnel

$f_{\text{intensité gestion}(i)}$ = facteur de compensation reflétant l'effet de l'intensité de la gestion ou des pratiques de gestion pour une forêt à l'état i , adimensionnel

$f_{\text{régime perturb}(i)}$ = facteur de compensation reflétant l'effet d'un changement du régime de perturbation passant à i par rapport à la forêt naturelle, adimensionnel

On suppose que la transition entre COS_i et COS_j a lieu pendant une période de transition de T années (valeur par défaut = vingt ans). En d'autres termes, $\Delta C > 0$ à condition que moins de T années se soient écoulées depuis le début des changements du type de forêt, pratiques de gestion, ou régimes de perturbations. Les variations totales de COS au cours d'une année quelconque sont égales à la somme des émissions/absorptions annuelles pour toutes les terres forestières dans lesquelles des changements des types de forêts, pratiques de gestion ou régimes de perturbations ont eu lieu pendant moins de T années.

Le diagramme décisionnel à la Figure 3.1.1 (Section 3.1) contient des conseils sur la sélection du niveau approprié pour la mise en œuvre des procédures d'estimation.

Niveau 1 : Ce niveau est prévu pour les pays qui utilisent la procédure par défaut présentée dans les *Lignes directrices du GIEC*, ou pour lesquels cette sous-catégorie n'est pas significative, et qui n'ont pas (ou peu) de données spécifiques au pays sur le COS des sols forestiers minéraux pour les principaux types de forêts, pratiques de gestion et régimes de perturbations. A ce niveau, on suppose que, dans le cas des forêts restant forêts, les stocks de carbone des matières organiques des sols sont stables, quels que soient les changements affectant la gestion, les types de forêts et les régimes de perturbations ($COS_j = COS_i = \dots = COS_n$). En d'autres termes, les stocks de carbone des sols minéraux restent constants tant que les terres forestières restent terres forestières.

Niveau 2 : Les pays pour lesquels cette sous-catégorie est significative devront calculer ou choisir des facteurs de compensation représentatifs $f_{\text{types forêts}}$, $f_{\text{intensité gestion}}$, et $f_{\text{régime perturb}}$ reflétant l'impact des types de forêt, pratiques de gestion ou régimes de perturbations sur le carbone organique des sols minéraux, et des valeurs $COS_{\text{réf}}$ pour leurs écosystèmes forestiers naturels et non gérés. On devra calculer des valeurs nationales pour la période de transition T , et la supposition de taux de variation linéaire du COS pourra être modifiée pour mieux refléter les interactions temporelles réelles de l'absorption ou de l'émission du carbone des sols.

Niveau 3 : Le Niveau 3 est prévu pour les pays dans lesquels les émissions/absorptions par les sols minéraux des forêts gérées sont importantes, et où les connaissances actuelles et les données disponibles permettent la mise en œuvre d'une méthodologie d'estimation nationale exacte et complète. Ce niveau nécessite l'élaboration, la validation et la mise en œuvre d'un programme de contrôle national et/ou d'outils de modélisation et de paramètres associés. Toute méthode spécifique au pays devra inclure les éléments fondamentaux suivants (d'après Webbnat Land Resource Services Pty Ltd, 1999) :

- Stratification par zones climatiques, principaux types de forêts et de régimes de gestion, conformes à ceux utilisés pour d'autres sections de l'inventaire, en particulier pour les autres bassins de carbone dans le cadre de la Section 3.2.1 ;
- Détermination des types de sols dominants pour chaque couche ;
- Caractérisation des bassins de carbone du sol correspondants, identification des processus déterminants des taux d'émissions et absorptions de COS et conditions dans lesquelles ces processus ont lieu ; et
- Élaboration et mise en œuvre de méthodes appropriées pour estimer les émissions/absorptions de carbone pour chaque couche des sols forestiers, sur une base opérationnelle, y compris procédures de validation. La méthodologie devra associer des activités de surveillance (inventaires successifs des sols forestiers, études

modélisées, et établissement de sites références, etc.). D'autres recommandations sur la surveillance des sols figurent dans les publications scientifiques (Kimble *et al.*, 2003 ; Lal *et al.*, 2001 ; McKenzie *et al.*, 2000), et des recommandations générales sur les techniques d'échantillonnage sont présentées à la Section 5.3. Les modèles établis ou adaptés à cette fin devront faire l'objet d'examen par des tiers et être validés par des observations représentatives des écosystèmes étudiés et indépendantes des données de calibrage.

La méthodologie devra être exhaustive et couvrir la totalité des terres forestières gérées et tous les éléments anthropiques influant sur le COS. Certaines suppositions sous-jacentes aux procédures d'estimation du Niveau 3 pourront présenter des divergences par rapport aux hypothèses inhérentes de la méthodologie par défaut, à condition de reposer sur une base scientifique correcte. A ce niveau, on pourra utiliser des facteurs influant sur les émissions et absorptions de carbone des sols forestiers qui ne sont pas inclus dans la méthode par défaut. Enfin, au Niveau 3, les calculs devront être plus affinés temporellement et spatialement. Conformément aux *bonnes pratiques*, la comptabilisation au Niveau 3 devra inclure le COS dans une évaluation intégrée de tous les bassins de carbone forestiers, avec liens explicites entre les sols, la biomasse et les bassins de matière organique morte.

La vérification devra être un élément important de la méthodologie nationale, avec collecte de données indépendantes pour la vérification de l'applicabilité des valeurs par défaut et des paramètres nationaux. Cette vérification devra être effectuée à diverses échelles spatiales et temporelles, et pourra intégrer des données obtenues par des méthodes d'inventaires fondamentales, télédétection et modélisation. Le Chapitre 5 contient des informations plus détaillées sur les méthodes générales de vérification des estimations d'inventaires.

SOLS ORGANIQUES

L'état actuel des connaissances et des données disponibles ne permet pas l'élaboration d'une méthodologie par défaut pour l'estimation des émissions et absorptions de CO₂ des sols forestiers organiques drainés. En conséquence, les recommandations concernent uniquement l'estimation des émissions de carbone associées au drainage des sols organiques des forêts gérées (Équation 3.2.15).

ÉQUATION 3.2.15 ÉMISSIONS DE CO₂ PAR LES SOLS FORESTIERS ORGANIQUES DRAINÉS

$$\Delta C_{FF_{Organiques}} = S_{Drainés} \bullet FE_{Drainage}$$

Où : $\Delta C_{FF_{Organiques}}$ = émissions de CO₂ par les sols forestiers organiques drainés, tonnes C an⁻¹

$S_{Drainés}$ = superficie des sols forestiers organiques drainés, ha

$FE_{Drainage}$ = facteur pour les émissions de CO₂ des sols forestiers organiques drainés, tonnes C ha⁻¹ an⁻¹
(voir Tableau 3.2.3)

Biomes	Facteurs d'émissions (tonnes C ha ⁻¹ an ⁻¹)	
	Valeurs	Plages
Forêts tropicales	1,36	0,82 – 3,82
Forêts tempérées	0,68	0,41 – 1,91
Forêts boréales	0,16	0,08 – 1,09

On suppose que les émissions se poursuivent tant que la couche organique aérobie subsiste et que le sol est considéré comme étant un sol organique.

Niveau 1 : Les calculs au Niveau 1 utilisent des données spécifiques au pays sur la superficie des sols forestiers organiques drainés et appliquent un facteur d'émission par défaut approprié. Le Niveau 1 est approprié pour les pays pour lesquels cette sous-catégorie n'est pas significative, et qui ne disposent pas de valeurs $FE_{Drainage}$ représentatives.

Niveau 2 : Le Niveau 2 est approprié pour les pays pour lesquels cette sous-catégorie est significative ; ces pays devront calculer ou choisir des valeurs $FE_{Drainage}$ représentatives.

Niveau 3 : A ce niveau, la méthodologie est basée sur l'estimation des émissions et absorptions de CO₂-C associées à la superficie totale des sols forestiers organiques, y compris toutes les activités anthropiques susceptibles de modifier le régime hydrologique, la température en surface et la composition végétale des sols forestiers organiques, ainsi que les perturbations majeures telles que les feux. Conformément aux *bonnes pratiques*, les procédures d'estimation au Niveau 3 devront inclure un bilan carbone complet des sols forestiers organiques, y compris les flux de CO₂ et CH₄. La méthodologie devra aussi suivre les procédures d'estimation pour les gaz à effet

de serre sans CO₂ décrites à la Section 3.2.1.4. Les procédures d'estimation au Niveau 3 sont appropriées pour les pays dont les forêts gérées comportent de très grandes superficies de sols organiques.

La Figure 3.1.1 (Section 3.1) contient des conseils sur la sélection du niveau approprié pour l'estimation des émissions de CO₂ par les sols forestiers organiques drainés.

3.2.1.3.1.2 Choix des facteurs d'émission/d'absorption

SOLS MINÉRAUX

Les paramètres à estimer sont les suivants : $COS_{i,j}$, T_{ij} , $COS_{réf}$, $f_{type\ forêts}$, $f_{intensité\ gestion}$, et $f_{régime\ perturb}$.

Niveau 1 : L'état actuel des connaissances sur les sols des forêts gérées ne permet pas de fournir de paramètres par défaut pour les stocks de carbone du sol ($COS_{i,j}$). Des valeurs par défaut pour $COS_{réf}$, représentant la teneur en carbone organique des sols forestiers minéraux sous une végétation naturelle, entre 0 et 30 cm de profondeur, sont présentées au Tableau 3.2.4.

Niveau 2 : Les pays utilisent leurs propres valeurs pour $COS_{réf}$, calculées à partir d'études publiées ou d'enquêtes représentatives des principaux types de forêts naturelles et de sols. En général, ces valeurs sont obtenues après la création et/ou la compilation de grandes bases de données sur les profils des sols (Scott *et al.*, 2002 ; NSSC, 1997 ; Siltanen *et al.*, 1997).

La teneur en carbone par unité de surface (ou stocks de carbone) devra être notifiée en tonnes C ha⁻¹ pour une profondeur ou une couche de sol donnée (jusqu'à 100 cm, par exemple, ou pour la couche située entre 0 et 30 cm). Comme indiqué par l'Équation 3.2.16, la teneur en COS totale est le résultat de la somme des teneurs COS des horizons ou couches du sol ; on calcule la teneur en COS de chaque horizon ou couche en multipliant la concentration de carbone organique du sol dans un échantillon (g C (kg sol)⁻¹), par la profondeur correspondante et par la densité apparente (Mg m⁻³), avec compensation pour le volume du sol occupé par des fragments grossiers :

TABLEAU 3.2.4 VALEURS DE REFERENCE PAR DEFAUT (SOUS VEGETATION NATURELLE) POUR LES STOCKS DE CARBONE ORGANIQUE DES SOLS (COS_{REF}) (tonnes C par ha entre 0 et 30 cm de profondeur)						
Région	Sols ATA ¹	Sols APA ²	Sols sablonneux ³	Sols spodiques ⁴	Sols volcaniques ⁵	Sols des zones humides ⁶
Boréale	68	S/O	10 [#]	117	20 [#]	146
Froide tempérée, sèche	50	33	34	S/O	20 [#]	87
Froide tempérée, humide	95	85	71	115	130	
Chaude tempérée, sèche	38	24	19	S/O	70 [#]	88
Chaude tempérée, humide	88	63	34	S/O	80	
Tropicale, sèche	38	35	31	S/O	50 [#]	86
Tropicale, humide	65	47	39	S/O	70 [#]	
Tropicale, pluvieuse	44	60	66	S/O	130 [#]	

Remarque : Les données sont obtenues à partir de bases de données sur les sols décrites par Jobbagy et Jackson (2000) et Bernoux *et al.* (2002). Les stocks moyens sont indiqués. On suppose une estimation d'erreur par défaut de 95 pour cent (exprimée comme 2 fois les écarts type en tant que pourcentage de la moyenne) pour les types de sols et de climat. S/O (Sans Objet) indique l'absence de ces sols, en général, dans certaines zones climatiques.

indique l'absence de données disponibles et l'utilisation des valeurs par défaut des *Lignes directrices du GIEC*.

¹ Les sols argileux très actifs (ATA) sont des sols légèrement à modérément altérés par les éléments et contenant principalement des minéraux argileux silicatés de type 2/1 (la nomenclature de la Base de référence mondiale (WRB) pour les ressources en sols inclut les Leptosols, Vertisols, Kastanozems, Chernozems, Phaeozems, Luvisols, Alisols, Albeluvisols, Solonetz, Calcisols, Gypsisols, Umbrisols, Cambisols, Regosols ; la nomenclature USDA inclut les Mollisols, Vertisols, Alfisols à saturation en base élevée, Aridisols, et Inceptisols).

² Les sols argileux peu actifs (APA) sont des sols extrêmement altérés par les éléments et contenant principalement des minéraux argileux de type 1/1 et des oxydes de fer et d'aluminium amorphes (la nomenclature de la Base de référence mondiale pour les ressources en sols (WRB) inclut les Acrisols, Lixisols, Nitosols, Ferrasols, et Durisols ; la nomenclature USDA inclut les Ultisols, Oxisols, et Alfisols acidiques).

³ Inclut tous les sols (quelle que soit la nomenclature) ayant > 70 pour cent de sable et < 8 pour cent d'argile, basé sur des analyses textuelles types (la nomenclature de la Base de référence mondiale pour les ressources en sols (WRB) inclut les Arenosols ; la nomenclature USDA inclut les Psamments).

⁴ Sols présentant une forte podzolisation (la nomenclature de la Base de référence mondiale pour les ressources en sols (WRB) inclut les Podzols ; la nomenclature USDA inclut les Spodosols).

⁵ Sols dérivés de cendres volcaniques avec minéralogie alopphanique (Andosols dans la nomenclature de la Base de référence mondiale pour les ressources en sols (WRB) ; Andisols dans la nomenclature USDA).

⁶ Sols à drainage limité entraînant des inondations périodiques et des conditions anaérobies (Gleysols dans la nomenclature de la Base de référence mondiale pour les ressources en sols (WRB) ; sous-ordres aquiques dans la nomenclature USDA).

ÉQUATION 3.2.16
TENEUR EN CARBONE ORGANIQUE DES SOLS

$$COS = \sum_{horizon=1}^{horizon=n} COS_{horizon} = \sum_{horizon=1}^{horizon=n} ([COS] \cdot Densité\text{apparente} \cdot Profondeur \cdot (1 - frag) \cdot 10)_{horizon}$$

Où : COS = teneur en carbone organique des sols représentative du type de forêt et du sol étudiés, tonnes C ha⁻¹

COS_{horizon} = teneur en carbone organique pour un horizon constitutif du sol, tonnes C ha⁻¹

[COS] = concentration de carbone organique dans une masse de sol donnée, obtenue par analyses en laboratoire, g C (kg sol)⁻¹

Densité apparente = masse de sol par volume échantillon, tonnes sol m⁻³ (équivalent à Mg m⁻³)

Profondeur = profondeur de l'horizon ou épaisseur de la couche du sol, m

frag = pourcentage de volume de fragments grossiers /100, adimensionnel²

On calculera des valeurs spécifiques au pays ou à la région pour le COS_i, COS_j stable pour les principales combinaisons de types de forêts, pratiques de gestion et régimes de perturbations, en donnant priorité aux facteurs ayant l'effet général le plus important, et en tenant compte de l'impact sur le COS des forêts et l'étendue des forêts affectées. Fondamentalement, les pratiques de gestion peuvent être classées en pratiques intensives (foresterie de plantations, avec préparation et fertilisation intensives du site, par exemple) ou extensives (forêts naturelles, avec intervention minimale); on peut aussi re-définir ces catégories selon le contexte national. L'établissement de facteurs de compensation sera probablement basé sur des études approfondies sur des sites expérimentaux et des parcelles échantillons, avec comparaisons répétées entre sites appariés (Johnson *et al.*, 2002 ; Olsson *et al.*, 1996 ; voir également Johnson et Curtis, 2001 et Hoover, 2003). En pratique, on ne peut pas toujours séparer les effets des types de forêts, pratiques de gestion intensives et régimes de perturbations modifiés, auquel cas on peut combiner certains facteurs de compensation pour obtenir un seul modificateur. Un pays qui dispose de données bien documentées pour différents types de forêts avec différents régimes de gestion peut calculer COS_i directement, sans avoir à utiliser de stocks de carbone de référence et de facteurs de compensation. L'estimation par des études échantillons des effets des régimes de perturbations modifiés sur de vastes superficies peut donner lieu à des problèmes logistiques insurmontables. La modélisation est un autre moyen de calculer ces facteurs de compensation (Bhatti *et al.*, 2001).

On peut estimer la durée des périodes de transition T entre des COS_i stables par une surveillance à long terme des variations des COS forestiers. On peut également ré-évaluer l'hypothèse d'un taux linéaire de variations des stocks de carbone pendant la transition d'un type de forêt/régime de gestion à un autre.

Niveau 3 : A ce niveau, les méthodologies et les paramètres spécifiques au pays devront être fondés sur des programmes de surveillance rigoureux, associés à des études empiriques et/ou modélisées. Le système national doit représenter tous les grands types de forêts, pratiques de gestion et régimes de perturbations. Les modèles doivent être validés par des observations indépendantes provenant d'études spécifiques au pays ou à la région et couvrant l'éventail des conditions climatiques, types de sols et pratiques de gestion. Les mêmes critères de qualité que ceux du Niveau 2 s'appliquent aux données sur le COS. Une documentation sur la structure, la fréquence et les procédures de mises à jour, et sur les procédures AQ/CQ des bases de données sur le COS devra aussi être disponible.

SOLS ORGANIQUES

On devra estimer le(s) facteur(s) d'émission pour le CO₂ provenant des sols forestiers organiques drainés : FE_{Drainage}.

Niveau 1 : Le Tableau 3.2.3 contient des valeurs par défaut pour FE_{Drainage}, obtenues à partir de valeurs correspondantes pour la conversion des pâturages/forêts dans les *Lignes directrices du GIEC* (Manuel de référence, Section 5.3.9). Ces valeurs s'appliquent tant qu'il reste un sol organique drainé.

Niveau 2 : Les pays qui établissent leurs propres facteurs d'émissions ou adoptent d'autres facteurs que les valeurs par défaut devront fournir des preuves scientifiques de leur fiabilité et représentativité, documenter les procédures expérimentales employées et fournir des estimations de l'incertitude.

3.2.1.3.1.3 Choix des données d'activités

² [COS] est généralement calculé pour la fraction de terre fine (le plus souvent < 2 mm). La densité apparente devra être corrigée pour la proportion du volume du sol occupée par des fragments grossiers (particules de diamètre > 2 mm).

Les *bonnes pratiques* consistent à établir une distinction entre les forêts gérées à sols minéraux et celles à sols organiques. Les critères de définition des sols organiques figurent dans le Glossaire. Aux fins du présent rapport, la profondeur de la couche organique elle-même est moins importante que sa présence ; les pays sont donc invités à utiliser leurs propres critères nationaux pour la profondeur pour distinguer entre les sols organiques et les sols minéraux. Les sols minéraux comprennent tous les sols qui ne correspondent pas à la définition des sols organiques.

On utilisera de préférence des inventaires forestiers, avec descriptions des sols, comme sources de données. Des programmes d'échantillonnage stratifiés et statistiques peuvent fournir une estimation du pourcentage de forêts gérées à sols organiques, mais n'indiqueront pas leur situation. Toutefois, ils peuvent constituer une phase acceptable de l'évaluation de l'étendue des sols organiques forestiers. On peut également obtenir une estimation de la superficie forestière des sols organiques par recouvrement de cartes des sols, cartes de couverture terrestre et d'utilisation des terres ; mais ces données SIG sont entachées d'une incertitude relative élevée car elles associent les erreurs d'omission et de commission de toutes les cartes utilisées. Des manuels SIG types présentent des recommandations sur le traitement des erreurs pour les méthodes par recouvrement.

SOLS MINÉRAUX

Niveau 2 : Les données d'activités sont les types de forêts, pratiques de gestion et régimes de perturbations et les superficies associées, conformément aux recommandations du Chapitre 2 du présent rapport. De préférence, les données devront être associées à l'inventaire forestier national, si celui-ci a été établi, ou à des bases de données nationales sur les sols et les régimes climatiques.

Les changements types sont les suivants : conversion de forêts non gérées en forêts gérées, conversion de forêts naturelles en un autre type de forêt ; intensification de la gestion des forêts, telle que la préparation des sites, plantations d'arbres et rotations plus courtes, modification des méthodes de récoltes (récolte de fûts au lieu de récolte d'arbres entiers ; volume de résidus laissés sur place) ; fréquence des perturbations (invasions parasitaires et poussées épidémiques, inondations, feux etc.).

Les sources de données varieront suivant le système national de gestion des forêts, depuis des entreprises ou exploitants individuels jusqu'à des organismes de réglementation et organismes gouvernementaux chargés des inventaires et gestion des forêts et des centres de recherches. Les formats peuvent varier considérablement, et inclure, entre autres, des comptes-rendus d'activités, des inventaires de gestion forestière et des images télédéteectées.

Les archives de données devront remonter suffisamment loin pour inclure tous les changements significatifs survenus pour la période de T années choisie comme période de transition ; sinon, on devra recourir à une analyse rétrospective.

Niveau 3 : Les *bonnes pratiques* consistent à adopter les mêmes types de forêts, pratiques de gestion et régimes de perturbations que ceux utilisés pour les estimations des émissions/absorptions pour d'autres bassins forestiers.

SOLS ORGANIQUES

Les données d'activités sont S_{Drainage} , la superficie du sol organique drainé (y compris les tourbières) recouvert de forêts. On utilisera probablement des bases de données sur la gestion des forêts du secteur de l'industrie forestière ou des organismes de réglementation comme sources de données. On pourra également faire appel aux connaissances spécialisées de ces organismes.

3.2.1.3.1.4 Évaluation de l'incertitude

SOLS MINÉRAUX

La plus grande incertitude est liée aux calculs des valeurs de COS (en tonnes C ha⁻¹) pour de grandes superficies (Équation 3.2.14). Les valeurs par défaut sont entachées d'une incertitude inhérente élevée lorsqu'elles sont appliquées à des pays spécifiques. Les écarts types des COS de référence par défaut sous végétation naturelle figurent au Tableau 3.2.4.

Pour les pays qui calculent leurs propres valeurs de COS, les deux principales sources d'incertitude sont la densité apparente des sols et le volume des sols occupé par des fragments grossiers. Lors du calcul des valeurs du COS des forêts, on supposera 40 pour cent d'incertitude pour les valeurs de densité apparente, et une incertitude avec un facteur 2 pour le volume des sols occupé par des fragments grossiers. On supposera également que les 30 cm supérieurs des sols forestiers minéraux contiennent 50 pour cent du COS total. On peut réduire l'incertitude associée à un échantillonnage peu profond en présentant des preuves scientifiques sur (1) la proportion du COS total présent dans la profondeur de sol échantillonnée, et (2) la profondeur à laquelle le COS réagit à des changements des types de forêts, pratiques de gestion et régimes de perturbations. Le Chapitre 5, Encadré 5.2.4, contient des recommandations générales sur le traitement de l'incertitude lorsque les estimations proviennent de résultats de modélisations.

SOLS ORGANIQUES

Les incertitudes les plus importantes sont liées aux facteurs d'émission de CO₂ pour les sols organiques drainés. On supposera que FE_{Drainage} varie d'un facteur de 2. La mesure des stocks de carbone des sols organiques présente des difficultés considérables en raison de l'extrême variabilité de la densité apparente (de 0,05 à 0,2 g cm³, soit une différence quadruple), et de la profondeur totale de la couche organique (une source de variabilité encore plus élevée). D'autres incertitudes sont le résultat de l'impossibilité à distinguer entre les émissions de carbone sous forme de matière organique dissoute et les émissions atmosphériques, pour ce qui est des variations des stocks de carbone.

3.2.1.4 ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE SANS CO₂

La présente section examine les émissions de N₂O par les sols forestiers et les émissions de gaz à effet de serre sans CO₂ imputables à la combustion de la biomasse. La plupart des émissions de N₂O et le NO_x sont imputables aux sols, en tant que produits dérivés de la nitrification et de la dénitrification. Les émissions sont stimulées directement par la fertilisation azotée des forêts et le drainage des sols forestiers humides (Appendice 3a.2), et indirectement par le dépôt d'azote atmosphérique et par la lixiviation et les écoulements de surface. Les émissions indirectes de N₂O sont examinées au chapitre Agriculture des *Lignes directrices du GIEC* et ne sont donc pas examinées ici, pour prévenir le risque de double comptage. Le chaulage des sols forestiers peut réduire les émissions de N₂O dans certains cas, mais les augmente dans d'autres environnements (Klemmedtsson *et al.*, 1997 ; Mosier *et al.*, 1998 ; Papien et Butterbach-Bahl, 1999). La gestion des forêts, telle que les coupes à blanc et les éclaircies, peut augmenter les émissions de N₂O. Cependant, les données disponibles sont insuffisantes et quelque peu contradictoires ; et, en conséquence, la présente section n'examine pas les effets de ces pratiques. Le boisement avec des espèces arborées fixatrices d'azote peut augmenter les émissions de N₂O pendant la plus grande partie de la vie de la forêt, mais les données disponibles ne permettent pas d'établir une méthodologie par défaut.

Le puits de CH₄ des sols forestiers aérés et non perturbés est un processus naturel, estimé à 2,4 kg CH₄/ha/an en moyenne (Smith *et al.*, 2000). Les pratiques de gestion forestière, notamment la fertilisation azotée, peuvent modifier considérablement ce puits de CH₄. Des méthodes et données pour l'estimation des variations pour l'oxydation du méthane ne sont pas fournies ici. Avec l'évolution des connaissances, il sera peut-être possible d'examiner plus complètement diverses activités et leurs incidences sur l'oxydation du méthane pour les terres fertilisées.

OXYDE D'AZOTE

Le chapitre 4 (Agriculture) des *Lignes directrices du GIEC* examine les émissions de N₂O dues à la fertilisation azotée et comptabilise également les émissions de N₂O imputables aux dépôts azotés dans la catégorie « émissions de N₂O indirectes ». Des recommandations spécifiques ci-après concernent l'application des méthodes du chapitre 4 des *Lignes directrices du GIEC* pour estimer les émissions de N₂O basées sur la fertilisation et imputables aux forêts. La méthodologie pour l'estimation des émissions de N₂O dues au drainage des sols forestiers humides est présentée à l'Appendice 3a.2. Les forêts reçoivent des dépôts d'azote atmosphérique et d'azote provenant des écoulements en surface et de la lixiviation des terres agricoles voisines. Le chapitre Agriculture des *Lignes directrices du GIEC* comptabilise déjà ces émissions de N₂O dues aux dépôts azotés, écoulements en surface et lixiviation en tant que « émissions indirectes ». Ces émissions ne sont pas comptabilisées ici, pour prévenir le risque de double comptage. On suppose que la lixiviation et les écoulements en surface pour les forêts où des engrais azotés sont appliqués sur des terres non forestières ou des forêts non fertilisées voisines sont négligeables. Cette supposition est justifiée par le fait que la lixiviation et les écoulements en surface sont moins importants dans les forêts que sur les terres agricoles, et en raison de la valeur élevée du facteur d'émission utilisé dans les *Lignes directrices du GIEC*.

3.2.1.4.1 QUESTIONS METHODOLOGIQUES

La méthode d'estimation des émissions de N₂O par les sols forestiers est identique à celle présentée dans les *Lignes directrices du GIEC* pour l'Agriculture, et décrite dans *GPG2000*. L'Équation 3.2.17 représente l'équation de base, qui figure dans *GPG2000*.

<p>ÉQUATION 3.2.17 ÉMISSIONS DIRECTES DE N₂O PAR LES FORÊTS GÉRÉES $N_2O \text{ directes-}N_{FF} = (N_2O \text{ directes-}N_{\text{fertilisation}} + N_2O \text{ directes-}N_{\text{drainage}})$</p>

Où : N₂O directes-N_{FF} = émissions directes de N₂O par les forêts gérées, en unités d'azote, Gg N

N₂O directes-N_{fertilisation} = émissions directes de N₂O résultant de la fertilisation des forêts, en unités d'azote, Gg N

N₂O directes-N_{drainage} = émissions directes de N₂O résultant du drainage des sols forestiers humides, en unités d'azote, Gg N

La méthode d'estimation des émissions de N₂O résultant de la fertilisation des forêts est décrite dans l'Équation 3.2.18 ci-après. La méthode d'estimation des émissions de N₂O résultant du drainage des sols forestiers humides est décrite à l'Appendice 3a.2 et peut être utilisée si on dispose de données.

3.2.1.4.1.1 Choix de la méthode

Le diagramme décisionnel à la Figure 3.1.1 facilite le choix du niveau approprié pour les estimations des émissions de N₂O par les terres forestières. Comme indiqué à l'Équation 3.2.17, les émissions de N₂O incluent deux sources : la fertilisation des forêts et le drainage des sols forestiers humides.

Niveau 1 : Les taux d'émission sont les mêmes pour la fertilisation azotée des terres forestières et des terres agricoles. On utilisera donc les *bonnes pratiques* décrites dans *GPG2000* pour l'estimation des émissions de N₂O imputables aux apports d'azote sous forme d'engrais minéral ou organique pour les forêts. Les émissions de N₂O

imputables au fumier déposé par les animaux paissant dans les zones forestières sont comptabilisées dans la catégorie Terres agricoles des *Lignes directrices du GIEC*, au chapitre Agriculture, dans la catégorie Émissions imputables aux pâturages/parcours/enclos, et ne doivent pas être estimées séparément dans la section Forêts.

Les émissions directes de N₂O résultant de la fertilisation des forêts sont calculées comme dans l'Équation 3.2.18 :

<p>ÉQUATION 3.2.18</p> <p>ÉMISSIONS DIRECTES DE N₂O RESULTANT DE LA FERTILISATION DES FORETS</p> $N_2O \text{ directes-N}_{\text{fertilisation}} = (F_{AS} + F_{AO}) \cdot FE_1$

Où N₂O directes-N_{fertilisation} = émissions directes de N₂O résultant de la fertilisation des forêts, en unités d'azote, Gg N

F_{AS} = quantité annuelle d'azote d'engrais synthétique appliquée aux sols forestiers, avec ajustement pour volatilisation sous forme de NH₃ et NO_x, Gg N

F_{AO} = quantité annuelle d'azote d'engrais organique appliquée aux sols forestiers, avec ajustement pour volatilisation sous forme de NH₃ et NO_x, Gg N

FE₁ = facteur pour les émissions de N₂O résultant des apports de N, kg N₂O-N / kg N d'apport

Pour calculer les émissions de N₂O à l'aide de cette équation, on doit estimer les quantités d'apports de N, F_{AS} et F_{AO}. Les *bonnes pratiques* consistent à effectuer un ajustement pour la quantité volatilisée sous forme de NH₃ et NO_x, en utilisant les mêmes facteurs de volatilisation que ceux du chapitre Agriculture des *Lignes directrices du GIEC*. On calcule les émissions indirectes de N₂O à partir de l'azote volatilisé, comme au chapitre Agriculture des *Lignes directrices du GIEC*.

Niveau 2 : Ce niveau permet d'inclure des données spécifiques au pays et d'autres activités de gestion pour l'estimation des émissions d'oxyde d'azote.

Les pays peuvent utiliser l'Équation 3.2.18 avec un facteur d'émission FE₁ reflétant les conditions spécifiques au pays. Des recommandations en matière de *bonnes pratiques* pour l'établissement de facteurs d'émission spécifiques au pays figurent dans l'Encadré 4.1, Bonnes pratiques pour l'établissement de facteurs d'émission spécifiques au pays, page 4.62 du *GPG2000*. De plus, les pays peuvent étendre l'estimation afin d'inclure l'impact du chaulage des forêts et de la gestion (éclaircies, récoltes) sur les émissions de N₂O. Le chaulage peut réduire les émissions de N₂O d'origine forestière dans certains environnements et les augmenter dans d'autres.

Niveau 3 : Il existe un certain nombre de modèles pour l'estimation des émissions de N₂O (Renault, 1999 ; Conen *et al.*, 2000 ; Stange et Butterbach-Bahl, 2002). Il convient d'utiliser des modèles évolués, capables de représenter les incidences des pratiques de gestion et autres variables significatives pertinentes. Les *bonnes pratiques* consistent à valider les modèles par des mesures et à documenter soigneusement la paramétrisation et le calibrage des modèles.

La plupart des modèles calculent les émissions totales de N₂O, lesquelles incluent d'autres émissions, en plus des émissions anthropiques. On peut estimer les émissions anthropiques directes par simulation avec et sans fertilisation et drainage, la différence représentant la composante anthropique directe des émissions.

3.2.1.4.1.2 Choix des facteurs d'émission/d'absorption

Niveau 1 : Comme indiqué dans *GPG2000*, le facteur d'émission par défaut (FE₁) est 1,25 pour cent de l'azote appliqué, et cette valeur devra être utilisée au Niveau 1.

Niveau 2 : Les pays peuvent établir des facteurs d'émission spécifiques plus appropriés aux circonstances nationales. Des recommandations spécifiques en matière de *bonnes pratiques* pour le calcul de facteurs d'émission spécifiques figurent dans l'Encadré 4.1, Bonnes pratiques pour le calcul de facteurs d'émission spécifiques au pays, page 4.62 de *GPG2000*. Des facteurs spécifiques au pays sont indispensables pour étudier les effets du chaulage et de la gestion.

Niveau 3 : Lorsque les émissions de N₂O sont estimées à l'aide de modèles, il est important que ces modèles distinguent entre le « N₂O indirect » résultant des dépôts azotés (couvert au chapitre Agriculture des *Lignes directrices du GIEC*) et la fertilisation. Le modèle PnET-N-DNDC, par exemple, est un modèle axé sur les processus, déjà capable d'estimer les émissions de N₂O par les sols forestiers (Butterbach-Bahl *et al.*, 2001 ; Li *et al.*, 2000).

3.2.1.4.1.3 Choix des données d'activités

Les émissions de N₂O par les forêts gérées sont calculées sur la base des apports d'azote minéral et organique dans les sols forestiers. Certains pays possèdent des données sur la fertilisation des forêts séparées de celles sur l'agriculture et pourront faire des estimations. Mais de nombreux pays ne disposent que de statistiques nationales sur les ventes d'engrais. En l'absence de données séparées, les pays peuvent suivre les recommandations ci-dessous pour séparer les quantités appliquées aux sols cultivés et aux sols forestiers, ou peuvent présenter toutes les émissions au Niveau 1 dans le secteur Agriculture, mais en l'indiquant explicitement dans l'inventaire.

F_{AS} : Il s'agit du même terme que celui utilisé dans le chapitre Agriculture des *Lignes directrices du GIEC* et concernant l'azote (N) synthétique appliqué aux sols cultivés, avec ajustement pour la quantité volatilisée sous forme de NH₃ et NO_x, avec les mêmes facteurs de volatilisation que ceux du chapitre Agriculture des *Lignes directrices du GIEC*. De nombreux pays disposent de statistiques nationales sur les ventes d'engrais. Les pays peuvent calculer le

volume d'engrais azotés synthétiques appliqué aux sols forestiers par soustraction du volume d'engrais utilisé en agriculture du volume total national d'engrais azotés appliqué. On peut aussi estimer l'application d'engrais dans les forêts en multipliant une estimation de superficie de forêt fertilisée par un taux de fertilisation moyen.

Les pays capables de distinguer entre les engrais appliqués aux forêts récemment plantées et aux forêts plus anciennes peuvent utiliser une méthodologie de Niveau 2 pour estimer F_{AS} . Pour les engrais appliqués aux plantations forestières qui n'ont pas encore atteint le stade de fermeture du couvert, l'ajustement pour la volatilisation devra être conforme aux recommandations du chapitre Agriculture des *Lignes directrices du GIEC*, à savoir prendre en compte la fraction d'azote appliqué qui est perdue par volatilisation. Pour les engrais appliqués aux forêts à couvert fermé, on peut supposer un ajustement nul, c'est-à-dire que tout l'azote volatilisé est supposé rester dans la forêt.

F_{AO} : On estimera l'azote organique appliqué aux forêts à partir des quantités (en tonnes) de résidus organiques épandus dans les forêts et leur teneur en azote. Les recommandations pour l'ajustement pour les pertes dues à la volatilisation sont les mêmes que pour F_{AS} .

3.2.1.4.1.4 Évaluation de l'incertitude

Les estimations des émissions de N_2O résultant de la fertilisation des forêts peuvent être incertaines en raison de a) la variabilité spatiale et temporelle élevée des émissions, b) le nombre peu élevé de mesures à long terme et la représentativité limitée des données pour des régions plus grandes, et c) l'incertitude de l'agrégation spatiale et l'incertitude inhérente aux facteurs d'émission et données d'activités.

Niveau 1 : Pour FE_1 , F_{AS} et F_{AO} , les *bonnes pratiques* consistent à appliquer la plage d'incertitude appliquée à la catégorie de source Agriculture, sauf si on dispose d'analyses plus détaillées.

Facteurs d'émission : Il existe peu de données mesurées sur les effets de la fertilisation, du chaulage et de la gestion des forêts, essentiellement pour des régions boréales et tempérées en Europe. Les facteurs d'émission mesurés pour N_2O ont une distribution asymétrique, probablement log normale.

FE_1 : Selon *GPG2000* et des données récentes (Smith *et al.*, 1999 ; Mosier et Kroeze, 1999), il semblerait que la meilleure estimation de la plage d'incertitude si $FE_1 = 1,25$ pour cent se situe entre 0,25 pour cent et 6 pour cent. On suppose la même plage d'incertitude pour les émissions forestières.

Données d'activités : Dans le cas de pays disposant de statistiques séparées sur la fertilisation des forêts et des terres cultivées, on peut supposer que l'incertitude des statistiques sur les engrais appliqués aux forêts est semblable à celle des statistiques sur les engrais appliqués aux terres cultivées. Dans ce cas, la même incertitude s'applique aux deux catégories de source, 10 pour cent ou moins pour la quantité d'engrais minéraux et 20 pour cent ou moins pour la quantité de déchets organiques, par exemple (chapitre 4, Agriculture, des *Lignes directrices du GIEC*, et *GPG2000*). Si un pays calcule la quantité d'engrais appliqués aux sols forestiers et aux sols cultivés à partir d'un total national, il devra également effectuer une évaluation supplémentaire séparée de l'incertitude de la division des données. L'incertitude totale sera spécifique au pays et sera probablement supérieure à celle des statistiques séparées.

Niveau 2 : Les *bonnes pratiques* pour le calcul de facteurs d'émission spécifiques au pays sont décrites dans l'Encadré 4.1, Bonnes pratiques en matière de calcul de facteurs d'émission spécifique au pays, page 4.62 de *GPG2000*.

Niveau 3 : Des modèles fondés sur les processus fourniront probablement des estimations plus réalistes mais devront être calibrés et validés par des mesures. Cette validation requiert un certain nombre de mesures représentatives. Des recommandations générales sur l'évaluation de l'incertitude pour des méthodes améliorées figurent à la Section 5.2, Identification et quantification des incertitudes. L'évaluation de l'incertitude du modèle PnET-N-DNDC par Stange *et al.* (2000) peut être considérée comme un bon exemple en la matière.

EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE RESULTANT DE LA COMBUSTION DE LA BIOMASSE

La combustion de la biomasse se produit dans le cadre d'un grand nombre d'utilisations des terres et entraîne des émissions de CO_2 , CH_4 , N_2O , CO et NO_x . La présente section examine deux grands types de combustion de biomasse : combustion dans les forêts gérées et combustion au cours des conversions de terres. Fondamentalement, l'estimation des émissions de gaz à effet de serre résultant de la combustion de la biomasse utilise la même méthodologie, quel que soit le type d'utilisation des terres. La méthode de base est décrite ci-après et référencée dans d'autres sections pertinentes du présent chapitre (Terres converties en terres cultivées, par exemple). Cette section contient des recommandations en matière de *bonnes pratiques* pour l'estimation des émissions résultant de la combustion de la biomasse dans :

- les terres forestières restant terres forestières ;
- les terres converties en terres forestières ;
- les terres converties en terres cultivées ; et
- les terres converties en prairies.

Les *Lignes directrices du GIEC* examinent les deux types de combustion de la biomasse dans le secteur LUCF (chapitre 5). Les émissions résultant de la combustion pour la conversion des terres sont examinées à la section Conversion des forêts et prairies, et celles résultant de la combustion pour la gestion des terres à la section Combustion

sur place de la biomasse forestière. Bien qu'ils soient présentés séparément dans les *Lignes directrices du GIEC*, la même méthode et les mêmes facteurs par défaut sont utilisés pour les estimations d'émissions. Dans le présent document, la méthodologie pour les émissions résultant de la combustion pour les conversions est essentiellement la même que celle des *Lignes directrices du GIEC*, si ce n'est que la couverture des émissions résultant de la combustion pour la gestion des terres a été étendue, dans le cas des terres forestières gérées, afin d'inclure les effets des feux dirigés et des feux sauvages sur les émissions de CO₂ et de gaz sans CO₂ sur toutes les terres forestières gérées.³

GPG2000 couvre la combustion pour la gestion des terres en agriculture. Des recommandations sont fournies pour l'estimation des émissions résultant du brûlage dirigé des savanes et de la combustion sur place des résidus agricoles, examinées au chapitre sur l'agriculture. On suppose que le CO₂ émis est éliminé par photosynthèse de la nouvelle végétation annuelle l'année suivante, et en conséquence, seuls les gaz sans CO₂ sont étudiés.

3.2.1.4.2 QUESTIONS METHODOLOGIQUES

En général, les feux peuvent être divisés en feux dirigés (ou contrôlés) et feux sauvages. Les feux associés au défrichage et aux activités de gestion des écosystèmes sont le plus souvent des feux contrôlés. Les principaux types de feux dirigés incluent : (i) les feux de défrichage pendant les conversions de forêts, (ii) la culture sur brûlis, (iii) le brûlage post-abattages des déchets de récoltes (rémanents), et (iv) les feux dirigés de faible intensité pour la gestion de la charge de combustible. Normalement, ces feux ont pour but d'éliminer la biomasse inutile. La température de combustion moyenne est contrôlée, les conditions de combustion sont plus uniformes, et les facteurs d'émission sont moins variables. A l'opposé, les caractéristiques des feux sauvages sont très variables : la température de combustion, la quantité de biomasse disponible, le degré de combustion et l'impact sur les peuplements forestiers sont variables. Dans cette catégorie de feux, les feux au niveau du sol sont moins intenses et leur impact sur les arbres moins important que ceux des feux de cimes. En ce qui concerne les feux sur les terres gérées, les émissions résultant des feux dirigés et des feux sauvages doivent être comptabilisées afin que les émissions de carbone sur les terres gérées soient prises en compte.⁴

Il est plus difficile d'estimer l'impact des feux sauvages, en particulier des feux sauvages à températures élevées, ce qui explique pourquoi on est mieux informé sur les effets des feux dirigés.

On doit estimer les émissions de CO₂ résultant de la combustion dans les forêts gérées, en raison de l'absorption ultérieure du carbone par la nouvelle végétation (Kirschbaum, 2000) – voir les Équations 3.2.2 et 3.2.6. Les *bonnes pratiques* consistent à estimer les émissions de CO₂ et de gaz sans CO₂ résultant de la combustion de la biomasse sur les terres forestières gérées. La méthode à utiliser est décrite à la Section 3.2.1.1 avec l'Équation 3.2.9. L'émission de CO₂ pendant la combustion et l'absorption par la nouvelle végétation forestière ne s'effectuent pas simultanément, et la séquestration du carbone émis par un feu sauvage ou un feu dirigé peut prendre de nombreuses années. Si les méthodes utilisées n'incluent pas les absorptions par la nouvelle végétation après des perturbations naturelles, il n'est pas nécessaire de comptabiliser et présenter les émissions de CO₂ associées aux perturbations naturelles. Conformément aux *bonnes pratiques*, ceci devra être documenté avec transparence.

La méthodologie décrite ci-dessous peut être utilisée pour l'estimation des émissions de CH₄, N₂O, CO et NO_x résultant de la combustion de la biomasse sur des terres forestières gérées et des émissions similaires par des feux associés aux conversions de terres.

3.2.1.4.2.1 Choix de la méthode

Selon les estimations de la méthodologie décrite dans les *Lignes directrices du GIEC*, les émissions de carbone pendant les feux représentent 50 pour cent (en supposant que ceci est la teneur en carbone de la biomasse) de la masse de combustible réellement brûlé, et cette valeur est à la base du calcul des émissions de gaz sans CO₂ (voir l'Équation 3.2.6). Une fraction du combustible partiellement brûlé est transformée en charbon de bois, qui est relativement stable dans le temps (Houghton, 1999).

Les émissions de carbone résultant de la combustion de biomasse pour les conversions des forêts/prairies sont calculées à l'aide d'une méthodologie simple, décrite dans les *Lignes directrices du GIEC* (Section 5.3). Cette méthodologie est développée ci-dessous pour tous les types de végétation.

Les émissions de gaz sans CO₂ peuvent être estimées à partir de la totalité du carbone émis, à l'aide de l'Équation 3.2.19 (Crutzen et Andreae, 1990 ; Andreae et Merlet, 2002) :

ÉQUATION 3.2.19	
ESTIMATION DES EMISSIONS DE GAZ SANS CO₂ A PARTIR DES EMISSIONS DE C	
Émissions de CH ₄	= (carbone émis) • (taux d'émission) • 16/12
Émissions de CO	= (carbone émis) • (taux d'émission) • 28/12
Émissions de N ₂ O	= (carbone émis) • (rapport N/C) • (taux d'émission) • 44/28

³ Ceci concerne uniquement les terres forestières, la combustion pour la gestion des terres cultivées et des prairies étant couverte par la section Agriculture de *GPG2000*.

⁴ L'estimation de l'impact des feux sur les terres forestières non gérées n'est pas nécessaire.

$$\text{Émissions de NO}_x = (\text{carbone émis}) \cdot (\text{rapport N/C ratio}) \cdot (\text{taux d'émission}) \cdot 46/14$$

L'équation ci-dessous résume la méthodologie développée pour l'estimation des gaz à effet de serre (CO₂ et sans CO₂) émis directement par les feux :

ÉQUATION 3.2.20
ESTIMATION DES GAZ A EFFET DE SERRE EMIS DIRECTEMENT PAR LES FEUX

$$T_{\text{feu}} = S \cdot B \cdot C \cdot D \cdot 10^{-6}$$

Où : T_{feu} = quantité des émissions de gaz à effet de serre imputables aux feux, tonnes de gaz à effet de serre

S = superficie brûlée, ha

B = masse de combustible « disponible », kg m.s. ha⁻¹

C = rendement de combustion (ou fraction de biomasse brûlée), adimensionnel (voir Tableau 3A.1.12)

D = facteur d'émission, g (kg m.s.)⁻¹

On effectue des calculs séparés pour chaque gaz à effet de serre, en utilisant le facteur d'émission approprié.

L'exactitude des estimations dépend des données disponibles. Le diagramme décisionnel de la Figure 3.1.1 facilitera le choix du niveau méthodologique (1 à 3) à utiliser. Au Niveau 1, les deux méthodes susmentionnées permettent d'estimer les émissions pour chaque gaz à effet de serre avec des données par défaut. Le Niveau 2 utilise des données d'activités ou des facteurs d'émission spécifiques au pays, et le Niveau 3 utilise des données et des méthodes spécifiques au pays.

3.2.1.4.2.2 Choix des facteurs d'émission/d'absorption

Niveau 1 : On doit tout d'abord estimer la quantité de combustible brûlé. En l'absence de données locales, on peut estimer cette valeur à l'aide du Tableau 3.A.1.13 qui calcule le produit de B (le combustible disponible, ou la densité de biomasse sur la terre avant la combustion) et C (le rendement de combustion). Si l'on connaît les « densités de combustible disponible », on peut utiliser les rendements de combustion du Tableau 3.A.1.14. Si on ne dispose pas de données spécifiques pour les valeurs de rendement de combustion, on utilisera la valeur par défaut du GIEC de 0,5. L'Équation 3.2.19 pour l'estimation des gaz sans CO₂ utilise un taux d'émission et un rapport N/C. Le rapport N/C pour le combustible brûlé est approximativement de 0,01 (Crutzen et Andreae, 1990). C'est une valeur par défaut générale qui s'applique à la couche de feuilles mortes, mais des valeurs inférieures seront appropriées pour des combustibles à teneur ligneuse plus élevée, si ces valeurs sont disponibles. Les facteurs d'émission à utiliser avec les Équations 3.2.19 et 3.2.20 figurent aux Tableaux 3.A.1.15 et 3.A.1.16 respectivement.

Niveaux 2 et 3 : On utilisera des données et méthodes spécifiques au pays, obtenues et développées au terme d'expériences sur le terrain.

3.2.1.4.2.3 Choix des données d'activités

Le choix des données d'activités devra être conforme aux recommandations de la Section 3.2.1.1, Autres pertes de carbone pour les feux dans les forêts gérées.

Niveau 1 : Les superficies touchées par les feux sauvages varient considérablement selon les pays et les années. Les feux sauvages augmentent considérablement pendant les années de très grande sécheresse. Les données sur les feux sauvages sont donc particulièrement spécifiques aux pays et aux années et ne peuvent pas être généralisées par région. Il existe une base de données globale sur une superficie annuelle touchée par des feux de végétation ; elle peut être consultée à l'adresse : <http://www.grid.unep.ch/activities/earlywarning/preview/ims/gba>.

Niveaux 2 et 3 : Ces niveaux utilisent des estimations nationales des superficies brûlées ; en général, ces estimations sont obtenues à l'aide de méthodes de télédétection.

3.2.1.4.2.4 Évaluation de l'incertitude

Niveau 1 : Les estimations des émissions de N₂O résultant des feux de forêts peuvent être très incertaines en raison de a) la variabilité spatiale et temporelle élevée des émissions, b) le faible nombre de mesures à long terme et la représentativité limitée des données pour des régions plus grandes, et c) l'incertitude de l'agrégation spatiale et l'incertitude inhérente aux facteurs d'émission et données d'activités.

Facteurs d'émission : En raison du faible nombre de données mesurées, on utilisera une plage d'incertitude de 70 pour cent pour les facteurs d'émission.

Données d'activités : En raison de données plus exactes et de la couverture globale des superficies brûlées, l'incertitude est relativement faible, de l'ordre de 20 à 30 pour cent.

Niveau 2 : L'application de données spécifiques au pays pour les facteurs d'émission réduira considérablement l'incertitude.

Niveau 3 : Des modèles fondés sur les processus fourniront probablement des estimations plus réalistes mais devront être calibrés et validés par des mesures. Cette validation requiert un certain nombre de mesures représentatives.

3.2.2 Terres converties en terres forestières

Les terres gérées sont converties en terres forestières par boisement et reboisement, et par régénération naturelle ou artificielle (y compris par des plantations). Ces activités sont couvertes par les catégories 5A, 5C et 5D des *Lignes directrices du GIEC*. La conversion fait intervenir un changement d'affectation des terres. La présente section ne contient pas de recommandations sur la régénération des forêts non gérées. Les superficies converties sont considérées comme des forêts si elles correspondent à la définition des forêts adoptée par le pays. Les terres converties en terres forestières font l'objet d'un suivi pendant vingt ans⁵ en tant que conversions. Après quoi, ces superficies sont considérées comme des Terres forestières restantes (Section 3.2.1), bien qu'un suivi pouvant atteindre cent ans après l'établissement de la forêt soit quelquefois nécessaire en raison d'interactions à très long terme en matière de régénération.

L'estimation des émissions et absorptions de carbone résultant des conversions des terres en terres forestières est sub-divisée en quatre sections : Variation des stocks de carbone de la biomasse vivante (Section 3.2.2.1), Variation des stocks de carbone de la matière organique morte (Section 3.2.2.2), Variation des stocks de carbone des sols (Section 3.2.2.3) et Émissions de gaz à effet de serre sans CO₂ (Section 3.2.2.4). Chaque sub-division présente des recommandations en matière de *bonnes pratiques* spécifiques au bassin étudié. Les émissions ou absorptions de CO₂ pour les terres converties en forêts sont résumées par l'Équation 3.2.21 :

<p>ÉQUATION 3.2.21</p> <p>VARIATION ANNUELLE DES STOCKS DE CARBONE DES TERRES CONVERTIES EN TERRES FORESTIERES⁶</p> $\Delta C_{TF} = \Delta C_{TF_{BV}} + \Delta C_{TF_{MOM}} + \Delta C_{TF_{Sols}}$

Où : ΔC_{TF} = variation annuelle des stocks de carbone des terres converties en terres forestières, tonnes C an⁻¹
 $\Delta C_{TF_{BV}}$ = variation annuelle des stocks de carbone de la biomasse vivante (biomasse aérienne et souterraine) des terres converties en terres forestières ; tonnes C an⁻¹
 $\Delta C_{TF_{MOM}}$ = variation annuelle des stocks de carbone de la matière organique morte (bois mort et litière) des terres converties en terres forestières ; tonnes C an⁻¹
 $\Delta C_{TF_{Sols}}$ = variation annuelle des stocks de carbone des sols des terres converties en terres forestières ; tonnes C an⁻¹

Pour convertir les tonnes de C en Gg de CO₂, multiplier la valeur par 44/12 et 10⁻³. Pour la convention (signes), se reporter à la Section 3.1.7 ou à l'Appendice 3A.2, Tableaux de notification et Feuilles de travail.

3.2.2.1 VARIATIONS DES STOCKS DE CARBONE DE LA BIOMASSE VIVANTE

3.2.2.1.1 QUESTIONS METHODOLOGIQUES

La présente section contient des recommandations en matière de *bonnes pratiques* pour le calcul des émissions et absorptions de CO₂ à l'aide des variations de la biomasse des terres exploitées converties en terres forestières. Cette section couvre les catégories de notification des *Lignes directrices du GIEC* « Évolution du patrimoine forestier et des autres stocks de biomasse ligneuse » et « Abandon des terres exploitées » appliquées aux nouvelles terres forestières.

3.2.2.1.1.1 Choix de la méthode

Les responsables des inventaires des gaz à effet de serre peuvent utiliser trois niveaux méthodologiques, basés sur des données d'activités et des ressources disponibles, pour estimer les variations des stocks de carbone de la biomasse. Le diagramme décisionnel à la Figure 3.1.2 illustre les *bonnes pratiques* pour le choix d'une méthode pour calculer les émissions et absorptions de CO₂ de la biomasse des terres converties en forêts.

⁵ Les *Lignes directrices du GIEC* spécifient une valeur par défaut de vingt ans, mais permettent l'utilisation d'une valeur de cent ans, si nécessaire, pour tenir compte des interactions à long terme du carbone de la biomasse, des sols et de la litière.

⁶ Les *Lignes directrices du GIEC* contiennent l'hypothèse par défaut selon laquelle le carbone ne s'accumule pas dans les bassins de produits ligneux récoltés (PLR) ; cependant, les pays peuvent présenter des estimations sur les bassins PLR s'ils peuvent prouver que les stocks existants dans ces bassins à long terme sont en augmentation (Encadré 5 des *Lignes directrices du GIEC*). Le futur traitement des PLR est à l'étude auprès de la CCNUCC (la Conférence des Parties (CDP) et CDP7 a décidé que toute modification du traitement des PLR sera en accord avec les futures décisions de la CDP [Décision 11/CP.7 para 4]). Dans l'attente des décisions définitives, un examen des questions méthodologiques pour les PLR figure à l'Appendice 3a.1.

Niveau 1 : On estime les variations annuelles des stocks de carbone de la biomasse vivante par la méthode par défaut décrite dans les *Lignes directrices du GIEC*. Les variations des stocks de carbone de la biomasse vivante des terres converties en forêts par régénération artificielle et naturelle sont estimées à l'aide de l'Équation 3.2.22.

ÉQUATION 3.2.22
VARIATION ANNUELLE DES STOCKS DE CARBONE DE LA BIOMASSE VIVANTE DES TERRES CONVERTIES EN TERRES FORESTIÈRES (NIVEAU 1)

$$\Delta C_{TFBV} = \Delta C_{TFCROISSANCE} - \Delta C_{TFPERTES}$$

Où : ΔC_{TFBV} = variation annuelle des stocks de carbone de la biomasse vivante des terres converties en terres forestières, tonnes C an⁻¹

$\Delta C_{TFCROISSANCE}$ = augmentation annuelle des stocks de carbone de la biomasse vivante résultant de la croissance des terres converties en terres forestières, tonnes C an⁻¹

$\Delta C_{TFPERTES}$ = diminution annuelle des stocks de carbone de la biomasse vivante due aux pertes résultant des récoltes, collecte de bois de feu et perturbations sur les terres converties en terres forestières, tonnes C an⁻¹

Le Niveau 1 peut être appliqué même lorsqu'on ne connaît pas les utilisations antérieures des terres, ce qui peut être le cas avec l'estimation de superficies par la Méthode 1 ou 2 du Chapitre 2. Ce niveau utilise des paramètres par défaut qui figurent à l'Appendice 3A.1, Tableaux de valeurs par défaut pour la biomasse.

Étape 1 : Augmentation annuelle des stocks de carbone de la biomasse vivante, $\Delta C_{TFCROISSANCE}$. La méthode utilise la même équation que l'Équation 3.2.4, Section 3.2.1 Terres forestières restant terres forestières, qui renvoie à la Catégorie 5A « Évolution du patrimoine forestier et des autres stocks de biomasse ligneuse » des *Lignes directrices du GIEC*. Étant donné que le taux de croissance d'une forêt dépend en grande partie du régime de gestion, on distingue entre les forêts à gestion intensive (foresterie de plantations avec préparation et fertilisation intensives, par exemple) et les forêts à gestion extensive (forêts régénérées naturellement, avec intervention humaine minimale, par exemple). Les calculs sont effectués à l'aide de l'Équation 3.2.23.

ÉQUATION 3.2.23
AUGMENTATION ANNUELLE DES STOCKS DE CARBONE DE LA BIOMASSE VIVANTE DES TERRES CONVERTIES EN TERRES FORESTIÈRES

$$\Delta C_{TFCROISSANCE} = \left[\sum_k S_{GEST_INTEN_k} \cdot C_{Total\ S_{GEST_INTEN_k}} + \sum_m S_{GEST_EXTEN_m} \cdot C_{Total\ S_{GEST_EXTEN_m}} \right] \cdot FC$$

Où : $\Delta C_{TFCROISSANCE}$ = augmentation annuelle des stocks de carbone de la biomasse vivante due à la croissance des terres converties en terres forestières, tonnes C an⁻¹

$S_{GEST_INTEN_k}$ = superficie des terres converties en forêts à gestion intensive dans les conditions k (plantations incluses), ha

$C_{Total\ S_{GEST_INTEN_k}}$ = croissance annuelle de la biomasse des forêts à gestion intensive dans les conditions k (plantations incluses), tonnes m.s. ha⁻¹ an⁻¹

$S_{GEST_EXTEN_m}$ = superficie de terres converties en forêts à gestion extensive dans les conditions m , ha

$C_{Total\ S_{GEST_EXTEN_m}}$ = croissance annuelle de la biomasse des forêts à gestion extensive dans les conditions m , tonnes m.s. ha⁻¹ an⁻¹ (régénération naturelle incluse)

k, m = conditions de la croissance des forêts à gestion intensive et extensive

FC = fraction de carbone de la matière sèche (défaut = 0,5), tonnes C (tonne m.s.)⁻¹

L'accroissement annuel de la biomasse pour les forêts à gestion intensive ($C_{Total\ S_{GEST_INTEN}}$) et extensive ($C_{Total\ S_{GEST_EXTEN}}$) est calculé selon l'Équation 3.2.5, Section 3.2.1 Terres forestières restant terres forestières et en utilisant les valeurs par défaut figurant aux Tableaux 3A.1.5, 3A.1.6, 3A.1.7, 3A.1.8, 3A.1.9 et 3A.1.10 à l'Appendice 3A.1. On choisira ces valeurs en fonction des espèces arborées et des régions climatiques. Des données pour les forêts à gestion extensive figurent au Tableau 3A.1.5, et aux Tableaux 3A.1.6 ou 3A.1.7 pour les forêts à gestion extensive.

Étape 2 : Diminution annuelle des stocks de carbone de la biomasse vivante due aux pertes, $\Delta C_{TFPERTES}$. Lorsque les récoltes, la collecte de bois de feu et les perturbations peuvent être attribuées aux terres converties en terres forestières, on estimera les pertes annuelles de biomasse avec l'Équation 3.2.24 qui reflète la méthodologie recommandée illustrée par l'Équation 3.2.6, Section 3.2.1, Terres forestières restant terres forestières.

ÉQUATION 3.2.24
DIMINUTION ANNUELLE DES STOCKS DE CARBONE DE LA BIOMASSE VIVANTE DUE AUX PERTES DES
TERRES CONVERTIES EN TERRES FORESTIERES

$$\Delta C_{TF_{PERTES}} = P_{abattages} + P_{boisdefeu} + P_{autrespertes}$$

Où : $\Delta C_{TF_{PERTES}}$ = diminution annuelle des stocks de carbone de la biomasse vivante due aux pertes des terres converties en terres forestières, tonnes C an⁻¹

$P_{abattages}$ = perte de biomasse due aux récoltes de bois industriel et de grumes de sciage des terres converties en terres forestières, tonnes C an⁻¹

$P_{boisdefeu}$ = perte de biomasse due à la collecte de bois de feu des terres converties en terres forestières, tonnes C an⁻¹

$P_{autrespertes}$ = perte de biomasse due aux feux et autres perturbations des terres converties en terres forestières, tonnes C an⁻¹

La perte de biomasse due aux récoltes ($P_{abattages}$) est estimée avec l'Équation 3.2.7, Section 3.2.1, Terres forestières restant terres forestières, et avec les valeurs par défaut de densité ligneuse de base et du facteur d'expansion de la biomasse figurant aux Tableaux 3A.1.9 et 3A.1.10 de l'Appendice 3A.1. Les méthodes conformes aux *bonnes pratiques* pour l'estimation des pertes de biomasse dues à la collecte de bois de feu ($P_{boisdefeu}$), aux feux et autres perturbations ($P_{autrespertes}$) sont décrites à la Section 3.2.1, Terres forestières restant terres forestières. En l'absence de données sur les pertes pour cette catégorie de terres, les termes pour les pertes devront être paramétrés sur 0, et par conséquent $\Delta C_{TF_{PERTES}}$ sera égal à 0. Conformément aux *bonnes pratiques*, on vérifiera la cohérence des estimations des pertes de biomasse pour cette catégorie et la Section 3.2.1, Terres forestières restant terres forestières, afin de prévenir le risque de double comptage ou d'omission.

Niveau 2 : Le Niveau 2 est semblable au Niveau 1, mais utilise une méthodologie plus sub-divisée et permet des estimations plus précises des variations des stocks de carbone de la biomasse. Les absorptions annuelles nettes de CO₂ pour la biomasse sont obtenues par la somme des absorptions dues à la croissance de la biomasse sur les terres converties en forêts, les variations de la biomasse résultant de la conversion (estimations de la différence entre les stocks initiaux de biomasse sur les terres non forestières avant et après la conversion en forêts, par exemple par régénération artificielle) et les pertes sur les terres converties en forêts (Équation 3.2.25) :

ÉQUATION 3.2.25
VARIATION ANNUELLE DES STOCKS DE CARBONE DE LA BIOMASSE VIVANTE DES TERRES CONVERTIES
EN TERRES FORESTIERES (NIVEAU 2)

$$\Delta C_{TFBV} = \Delta C_{TFCROISSANCE} + \Delta C_{TFCONVERSION} - \Delta C_{TFPERTES}$$

Où : ΔC_{TFBV} = variation annuelle des stocks de carbone de la biomasse vivante des terres converties en terres forestières, tonnes C an⁻¹

$\Delta C_{TFCROISSANCE}$ = augmentation annuelle des stocks de carbone de la biomasse vivante due à la croissance des terres converties en terres forestières, tonnes C an⁻¹

$\Delta C_{TFCONVERSION}$ = variation annuelle des stocks de carbone de la biomasse vivante due à la conversion en terres forestières, tonnes C an⁻¹

$\Delta C_{TFPERTES}$ = diminution annuelle des stocks de carbone de la biomasse vivante due aux pertes résultant des récoltes, collecte de bois de feu et perturbations des terres converties en terres forestières, tonnes C an⁻¹

Outre les valeurs par défaut, la méthode de Niveau 2 fait appel à des données nationales sur : (i) la superficie convertie en forêts ; (ii) l'augmentation annuelle moyenne par ha en volume marchand sur les terres converties en terres forestières, obtenue, par exemple, à partir d'inventaires forestiers (on ne dispose pas de valeurs par défaut) ; (iii) la variation du carbone de la biomasse lors de la conversion de terres en terres forestières (par régénération artificielle, par exemple) ; et (iv) les émissions dues à la perte de biomasse sur les terres converties. Une connaissance de la matrice des changements d'affectation des terres, et donc de la distribution des utilisations des terres antérieures, peut être utile pour cette méthode.

Étape 1 : Augmentation annuelle des stocks de carbone de la biomasse vivante, $\Delta C_{TFCROISSANCE}$. La méthode est semblable à la méthode de Niveau 1 en ceci qu'elle utilise l'Équation 3.2.23. L'accroissement annuel moyen de la biomasse des forêts à gestion intensive ($C_{Total\ GEST_INTEN}$) et extensive ($C_{Total\ GEST_EXTEN}$) est calculé conformément à la méthode des *bonnes pratiques* du Niveau 2, Section 3.2.1, Terres forestières restant terres forestières et avec des données spécifiques au pays sur l'augmentation annuelle moyenne par ha en volume

marchand sur les terres converties en terres forestières (obtenues, par exemple, à partir d'inventaires forestiers) et de valeurs par défaut pour la densité ligneuse de base, les facteurs d'expansion de la biomasse et le rapport biomasse souterraine/biomasse aérienne figurant aux Tableaux 3A.1.7, 3A.1.8, 3A.1.9, 3A.1.10 à l'Appendice 3A.1.

Étape 2 : Variation des stocks de carbone de la biomasse vivante due à la conversion $\Delta C_{TF_CONVERSION}$. La conversion des terres non forestières en terres forestières (par régénération artificielle, avec défrichage des terres non forestières, par exemple) peut entraîner des variations des stocks de la biomasse. On calculera la variation des stocks de carbone de la biomasse vivante résultant des changements d'affectation des terres à l'aide de l'Équation 3.2.26.

ÉQUATION 3.2.26
VARIATION DES STOCKS DE CARBONE DE LA BIOMASSE VIVANTE DES TERRES CONVERTIES EN TERRES FORESTIERES

$$\Delta C_{TF_CONVERSION} = \sum_i [B_{APRES_i} - B_{AVANT_i}] \cdot \Delta S_{EN_FORET_i} \cdot FC$$

Où : $\Delta C_{TF_CONVERSION}$ = variation des stocks de carbone de la biomasse vivante des terres converties annuellement en terres forestières, tonnes C an⁻¹

B_{AVANT_i} = stocks de biomasse des terres de type i immédiatement avant la conversion, tonnes m.s. ha⁻¹

B_{APRES_i} = stocks de biomasse des terres immédiatement après la conversion des terres de type i , tonnes m.s. ha⁻¹ (autrement dit, les stocks de biomasse initiaux après régénération artificielle ou naturelle)

$\Delta S_{EN_FORET_i}$ = superficie de terres de type i converties annuellement en terres forestières, ha an⁻¹

FC = fraction de carbone de la matière sèche (défaut = 0,5), tonnes C (tonne m.s.)⁻¹

i = types de terres converties en forêts

Remarque : Les types de terres devront être stratifiés par stocks de biomasse avant la conversion.

On peut développer le terme $\Delta C_{TF_CONVERSION}$ pour tenir compte des teneurs en carbone avant la conversion. Les calculs du Niveau 2 peuvent s'appliquer à des sub-divisiones de zones terrestres (régions, écosystèmes, types de sites, etc.).

Étape 3 : Variation des stocks de carbone de la biomasse vivante due aux pertes, ΔC_{TF_PERTES} . Les pertes annuelles de biomasse sont estimées à l'aide de l'Équation 3.2.24. Cette équation reflète la méthode recommandée illustrée par l'Équation 3.2.6, Section 3.2.1, Terres forestières restant terres forestières.

La perte de biomasse dues aux récoltes ($P_{abattages}$) est estimée avec l'Équation 3.2.7, Section 3.2.1, Terres forestières restant terres forestières. Les Tableaux 3A.1.9 et 3A.1.10 à l'Appendice 3A.1 contiennent des valeurs par défaut sur la densité ligneuse de base et les facteurs d'expansion de la biomasse. Pour le Niveau 2 et supérieur, les responsables des inventaires sont invités à établir des valeurs spécifiques au pays pour la densité ligneuse de base et FEB pour l'accroissement du matériel sur pied et les récoltes. Les méthodes conformes aux *bonnes pratiques* pour l'estimation des pertes de biomasse dues à la collecte de bois de feu ($P_{boisdefeu}$), aux feux et autres perturbations ($P_{perturbation}$) sont décrites à la Section 3.2.1, Terres forestières restant terres forestières. En l'absence de données sur les pertes dans cette catégorie de terres, les termes pour les pertes devront être paramétrés sur 0, et par conséquent ΔC_{TF_PERTES} sera égal à 0. Conformément aux *bonnes pratiques*, on vérifiera la cohérence des estimations des pertes de biomasse pour cette catégorie et la Section 3.2.1 Terres forestières restant terres forestières, afin de prévenir le risque de double comptage ou d'omission.

Niveau 3 : Le Niveau 3 utilise les mêmes équations et étapes que le Niveau 2, mais doit utiliser une méthodologie nationale importante et uniquement des données spécifiques au pays. On devra utiliser ce niveau lorsque la conversion des terres en forêts est une catégorie clé. Dans l'inventaire, les Équations 3.2.25 et 3.2.26 sont développées sur une échelle géographique fine et on procède à des stratifications par écosystèmes, types de végétation, sub-divisiones des bassins de biomasse, et types de terres avant les conversions. Des méthodologies définies par pays peuvent être basées sur un inventaire forestier systématique ou utiliser des données géo-référencées, et/ou des modèles pour la comptabilisation des variations de la biomasse. Les données d'activités nationales devront avoir une résolution élevée et être disponibles sur une base régulière pour toutes les catégories de terres converties et tous les types de forêts établies sur ces terres. La méthodologie doit être décrite et documentée comme spécifié à la Section 5.5.6, Documentation, archivage et notification.

3.2.2.1.1.2 Choix des facteurs d'émission/d'absorption

AUGMENTATION DES STOCKS DE CARBONE DE LA BIOMASSE VIVANTE, ΔC_{TF_C}

Les calculs distinguent entre deux types de gestion : gestion intensive (foresterie de plantations, avec préparation et fertilisation intensives du site, par exemple) et gestion extensive (forêts régénérées naturellement, avec intervention

minimale) ; on peut aussi re-définir ces catégories selon les circonstances nationales, par exemple, selon l'origine du peuplement (régénération artificielle ou naturelle, etc.).

Niveau 1 : La méthodologie par défaut des *Lignes directrices du GIEC* ne concerne que les calculs de la biomasse aérienne. Le présent rapport décrit une méthodologie conforme aux *bonnes pratiques* pour l'estimation de la biomasse vivante représentant la somme des bassins de biomasse aérienne et souterraine (pour la description des bassins, se reporter à la Section 3.1, Introduction). Les Tableaux 3A.1.5 et 3A.1.6 à l'Appendice 3A.1 présentent les valeurs par défaut d'accroissement annuel moyen de la biomasse aérienne des forêts à gestion intensive et extensive (plantations et forêts régénérées naturellement). On utilisera les rapports biomasse aérienne/souterraine (rapport racinaire/ système foliacé) du Tableau 3A.1.8 pour comptabiliser la biomasse souterraine dans les estimations de la biomasse vivante. La densité ligneuse de base (Tableau 3A.1.9) et les facteurs d'expansion de la biomasse (Tableau 3A.1.10) permettent les calculs de la biomasse comme indiqué à la Section 3.2.1, Terres forestières restant terres forestières.

Niveau 2 : Conformément aux *bonnes pratiques*, on s'efforcera de calculer les valeurs d'accroissement annuel, les rapports système racinaire/système foliacé, la densité ligneuse de base, et les facteurs d'expansion de la biomasse conformément aux circonstances nationales. Les valeurs obtenues seront utilisées dans les calculs au Niveau 2. Les données pourront être stratifiées par espèces arborées, régime de gestion, âge et volume des peuplements, région climatique et type de sol. Les pays sont invités à obtenir des facteurs de séquestration et d'expansion spécifiques pour la biomasse à partir de recherches. Des recommandations supplémentaires figurent à la Section 3.2.1, Terres forestières restant terres forestières.

Niveau 3 : La comptabilisation des absorptions de carbone dans la biomasse devra être mise en œuvre sur la base de taux de croissance annuelle spécifiques au pays et de la fraction de carbone dans la biomasse, obtenus à partir d'inventaires forestiers spéciaux et/ou de modèles. Les experts chargés des inventaires devront s'assurer que la description des modèles et des données d'inventaires forestiers est conforme aux procédures d'échantillonnage et autres présentées au Chapitre 5, Questions communes, du présent rapport.

VARIATION DES STOCKS DE BIOMASSE DES TERRES AVANT ET APRES CONVERSION, $\Delta C_{TF_CONVERSION}$

Les *bonnes pratiques* consistent à utiliser des valeurs des stocks de biomasse pour les utilisations des terres avant conversion en accord avec les valeurs utilisées pour les calculs relatifs à d'autres catégories de terres. Dans le cas, par exemple, de l'utilisation de valeurs par défaut pour l'estimation des variations des stocks de carbone des prairies restant prairies, ces mêmes valeurs par défaut devront être utilisées pour l'évaluation des stocks de carbone des prairies avant leur conversion en terres forestières.

Niveau 1 : Les *Lignes directrices du GIEC* n'incluent pas d'estimations des variations de biomasse pendant la conversion. $\Delta C_{TF_CONVERSION}$ n'est pas inclus dans les calculs de Niveau 1.

Niveau 2 : Les *bonnes pratiques* consistent à obtenir et utiliser des données spécifiques au pays sur les stocks de biomasse des terres avant et après conversion. Les estimations devront être en accord avec celles utilisées pour les calculs des variations des stocks de carbone des prairies, terres cultivées, zones humides, établissements et forêts, et obtenues auprès d'organismes nationaux ou par échantillonnage. Une méthode de Niveau 2 pourra utiliser une combinaison de données spécifiques et par défaut pour les stocks de biomasse (figurant aux Tableaux 3A.1.2 et 3A.1.3). Pour les valeurs par défaut des stocks de biomasse pour les utilisations des terres avant conversion, se reporter à d'autres catégories de terres décrites dans le présent rapport.

Niveau 3 : Les estimations et calculs devront être effectués à partir de données de relevés et de modèles spécifiques au pays. Les relevés devront suivre les principes décrits à la Section 5.3, et les modèles et données documentés conformément aux procédures indiquées au Chapitre 5, Questions communes, du présent rapport.

VARIATION DES STOCKS DE CARBONE DE LA BIOMASSE VIVANTE RESULTANT DES PERTES, ΔC_{TF_P}

Les récoltes et les perturbations naturelles, telles que la destruction des arbres par le vent, les feux et les invasions parasitaires, peuvent être à l'origine de pertes de carbone sur des terres converties en forêts. Conformément aux *bonnes pratiques*, ces pertes devront être notifiées. Dans le présent rapport, la Section 3.2.1, Terres forestières restant terres forestières, présente une méthodologie conforme aux *bonnes pratiques* pour l'estimation des pertes de carbone dues aux récoltes et perturbations naturelles et recommandée pour les calculs appropriés pour la Section 3.2.2.1.1.1 ci-dessus. Dans le cas de données sur les variations des stocks de carbone obtenues à partir d'inventaires répétés, les pertes dues aux récoltes et perturbations seront couvertes et leur notification séparée ne sera pas nécessaire. On veillera toutefois à la cohérence de la notification sur les pertes de la biomasse pour cette catégorie et la Section 3.2.1, Terres forestières restant terres forestières, pour prévenir le risque de double comptage ou d'omission d'une partie des pertes de biomasse.

3.2.2.1.1.3 Choix des données d'activités

SUPERFICIES DES TERRES CONVERTIES, $S_{GESTION\ INTEN}$, $S_{GESTION\ EXTEN}$, $\Delta S_{EN\ FORET}$

Tous les niveaux utilisent des données sur les superficies des terres converties en terres forestières pour une période de vingt ans. Au terme de cette période de vingt ans, les superficies sont comptabilisées dans la catégorie décrite à la Section 3.2.1, Terres forestières restant terres forestières. Les terres converties en vue d'une utilisation prévalente sont couvertes ici. Ainsi, la régénération d'une forêt existante récemment déboisée à la suite, par exemple, de récoltes ou de perturbations naturelles, devra être notifiée dans la Section 3.2.1, Terres forestières restant terres forestières, car il n'y a pas eu changement d'affectation de terre. Les mêmes données sur les superficies devront être utilisées pour la Section 3.2.2.2, Variation des stocks de carbone de la matière organique morte, la Section 3.2.2.3, Variation des stocks de carbone des sols, et la Section 3.2.2.4, Émissions de gaz à effet de serre sans CO₂. La stratification pour l'estimation des superficies devra tenir compte, si possible, des grands types de sols et des densités de biomasse des terres avant et après conversion.

Par souci de cohérence avec les catégories de notification des *Lignes directrices du GIEC*, on distinguera entre les superficies de forêts régénérées naturellement sur des terres abandonnées et d'autres conversions en forêt. Pour ce faire, les experts chargés des inventaires sont invités à obtenir des informations sur les utilisations antérieures des terres. Dans le cas de l'utilisation de la Méthode de Niveau 1 du Chapitre 2, des données supplémentaires seront peut-être nécessaires pour faire une distinction entre les superficies régénérées naturellement et artificiellement.

Niveau 1 : Les données d'activités peuvent provenir de statistiques nationales, ou être obtenues auprès de services forestiers établis par des organismes forestiers (qui peuvent disposer de données sur les modes de gestion), organismes chargés de la conservation (en particulier pour les forêts gérées dans le cadre d'une régénération naturelle), municipalités, et organismes responsables des relevés et de la cartographie. Des contre-vérifications devront être effectuées pour s'assurer que la représentation est complète et cohérente, et prévenir le risque d'omission ou de double comptage, comme indiqué au Chapitre 2. En l'absence de données nationales, on pourra obtenir des données globales en consultant des sources de données internationales (FAO, 1995 ; FAO 2001, TBFA, 2000).

On pourra faire appel à des jugements d'experts pour évaluer si la gestion des nouvelles forêts est essentiellement intensive ou extensive. Dans ce cas, on pourra calculer des valeurs $S_{GEST\ INTEN}$ et $S_{GEST\ EXTEN}$ en multipliant les variations annuelles de superficie en kha ou par la période de conversion (la période par défaut étant de vingt ans). Si on peut estimer les pourcentages de superficies de forêts à gestion intensive ou extensive, ces estimations peuvent servir à sub-diviser les superficies pour obtenir des données encore plus exactes..

Niveau 2 : On utilisera des données sur les superficies des terres faisant l'objet d'une conversion pour une année donnée ou une période donnée. Ces données proviendront de sources de données nationales et d'une matrice sur les changements d'affectation des terres ou équivalent couvrant toutes les conversions en terres forestières. Des ensembles de données nationales, définies par le pays, devront avoir une résolution appropriée pour offrir un niveau de représentation des superficies terrestres conforme aux recommandations du Chapitre 2 du présent rapport.

Niveau 3 : Il existe des données d'activités nationales sur la conversion des terres en forêts par régénération naturelle ou artificielle, provenant de sources diverses, notamment d'inventaires forestiers nationaux, de registres sur l'utilisation et les changements d'affectation des terres, ou obtenues par télédétection, comme décrit au Chapitre 2 du présent rapport. Ces données devraient fournir une représentation complète de toutes les conversions de terres en forêts, et seront probablement sub-divisées par types de climat, sol et végétation.

3.2.2.1.1.4 Évaluation de l'incertitude

Facteurs d'émission et d'absorption : Des valeurs (autres que zéro) pour les facteurs de densité ligneuse et d'expansion peuvent avoir une incertitude d'un facteur de deux. Les principales sources d'incertitude des données par défaut et spécifiques au pays sont associées au moyennage de nombres premiers extrêmement variables et à l'extrapolation ultérieure de valeurs moyennes pour de grandes superficies. L'utilisation de données d'inventaires régionales et spécifiques au pays et de modèles avec les méthodes de Niveau 2 et 3 permet de réduire considérablement les incertitudes. L'incertitude de valeurs calculées au niveau national peut être de ± 30 pour cent (Zagreev *et al.*, 1992 ; Filipchuk *et al.*, 2000). On peut réduire les incertitudes en prenant certaines mesures, notamment par une augmentation du nombre de parcelles échantillons représentatives et mesures de celles-ci ; une stratification plus poussée des estimations sur la base de caractéristiques similaires de croissance, micro-climat et environnement ; et l'établissement de paramètres locaux et régionaux à l'aide d'études exhaustives et d'échange de données. Dans le cas de l'utilisation de modèles complexes, les experts chargés des inventaires devront vérifier la conformité de la vérification et de la documentation avec les recommandations du Chapitre 5 du présent rapport.

Données d'activités : Les incertitudes liées aux données d'activités dépendront des sources de données utilisées par le pays et du choix des méthodes d'identification des superficies décrites au Chapitre 2 du présent rapport. L'association de données télédéteectées et de données de relevés de terrain constitue la méthode la plus économique pour les mesures des superficies faisant l'objet d'une conversion ; elle permet de limiter les incertitudes à $\pm 10-15$ pour cent et doit être employée pour les méthodologies de niveaux supérieurs. La principale façon de réduire l'incertitude des estimations des superficies converties s'appuie sur la mise en œuvre de techniques évoluées de relevés de terrain à l'échelle régionale et nationale, bien que cette mise en œuvre puisse dépendre des capacités propres aux pays. La création, par plusieurs pays, de centres régionaux de données télédéteectées, en vue d'une utilisation conjointe pour une gestion des terres durable, pourrait réduire les incertitudes des estimations des superficies, ainsi que les coûts de la mise en œuvre méthodologique.

3.2.2.2 VARIATIONS DES STOCKS DE CARBONE DE LA MATIÈRE ORGANIQUE MORTE

3.2.2.2.1 QUESTIONS METHODOLOGIQUES

La quantification des émissions et absorptions dans les bassins de matière organique morte suite à la conversion de terres en terres forestières repose sur des estimations des stocks de carbone juste avant et juste après la conversion, et sur des estimations des superficies de terres converties pendant la période étudiée. La plupart des autres utilisations des terres n'auront pas de bassin de bois mort ou de litière, et on peut donc supposer une valeur par défaut nulle pour les bassins de carbone correspondants avant la conversion. Pour les forêts non gérées converties en forêts gérées, les stocks de carbone dans ces bassins peuvent être importants ; il en est de même pour les grands parcours libres, les zones humides, et les zones forestières autour des établissements qui ont pu être définis comme des établissements sur la base de l'utilisation voisine et non du couvert terrestre. On devra donc vérifier la valeur par défaut (zéro) si on utilise la méthodologie des Niveaux 2 et 3. La conversion des terres non forestières en forêts peut avoir lieu si lentement qu'il peut être difficile de déterminer le moment précis de la conversion ; cependant, pour ces terres, si elles étaient gérées, ces superficies seraient probablement comptées en tant que forêts gérées, en fonction du couvert forestiers et d'autres seuils.

3.2.2.2.1.1 Choix de la méthode

Calcul de la variation des stocks de carbone du bois mort

Théoriquement, après établissement de la valeur des stocks de carbone juste avant la conversion en forêt (valeur par défaut souvent nulle, comme indiqué ci-dessus), on peut estimer les variations annuelles pour les terres converties par plantations et les sites gérés et régénérés naturellement, et classées par utilisation antérieure et type de forêts, à l'aide de l'Équation 3.2.27.

<p>ÉQUATION 3.2.27</p> <p>VARIATION ANNUELLE DES STOCKS DE CARBONE DU BOIS MORTE DES TERRES CONVERTIES EN TERRES FORESTIERES</p> $\Delta C_{TF_{BM}} = \{ [S_{RNat} \cdot (B_{vers_{RNat}} - B_{par_{RNat}})] + [S_{RArt} \cdot (B_{vers_{RArt}} - B_{par_{RArt}})] \} \cdot FC$ <p style="text-align: center;">où</p> $B_{vers_{RNat}} = B_{sur\ pied_{RNat}} \cdot M_{RNat} \quad \text{et} \quad B_{vers_{RArt}} = B_{sur\ pied_{RArt}} \cdot M_{RArt}$

Où : $\Delta C_{TF_{BM}}$ = variation annuelle des stocks de carbone du bois mort des terres converties en terres forestières, tonnes C an⁻¹

S_{RNat} = superficie des terres converties en terres forestières par régénération naturelle, ha

S_{RArt} = superficie des terres converties en terres forestières par plantations, ha

B_{vers} = transfert annuel moyen de biomasse vers le bois mort pour des superficies forestières RNat ou RArt, tonnes m.s. ha⁻¹ an⁻¹

B_{par} = transfert annuel moyen de biomasse par le bois mort pour des superficies forestières RNat ou RArt, tonnes m.s. ha⁻¹ an⁻¹

$B_{sur\ pied}$ = stocks de biomasse sur pied, tonnes m.s. ha⁻¹

M = taux de mortalité, c'est-à-dire fraction de $B_{sur\ pied}$ transférée annuellement vers le bassin de bois mort, adimensionnel

FC = fraction de carbone de la matière sèche (défaut = 0,5), tonnes C (tonne m.s.)⁻¹

Les transferts vers et par le bassin de bois mort sont difficiles à mesurer, et la méthode d'estimation de la variation des stocks présentée à l'Équation 3.2.28 peut être plus facile à utiliser que l'équation précédente en l'absence de données de relevés appropriées, collectées, par exemple, conjointement avec l'inventaire forestier national.

<p>ÉQUATION 3.2.28</p> <p>VARIATION ANNUELLE DES STOCKS DE CARBONE DU BOIS MORTE DES TERRES CONVERTIES EN TERRES FORESTIERES</p> $\Delta C_{TF_{BM}} = [(B_{t_2} - B_{t_1}) / T] \cdot FC$

Où : $\Delta C_{TF_{BM}}$ = variation annuelle des stocks de carbone du bois mort des terres converties en terres forestières, tonnes C ha⁻¹ an⁻¹

B_{t_2} = stocks de carbone du bois mort au point temporel t_2 , tonnes m.s. ha⁻¹

B_{t_1} = stocks de carbone du bois mort au point temporel t_1 (point temporel antérieur), tonnes m.s. ha⁻¹

$T = (t_2 - t_1)$ = période entre le point temporel de la deuxième et de la première estimation des stocks, années

FC = fraction de carbone de la matière sèche (défaut = 0,5), tonnes C (tonne m.s.)⁻¹

Le diagramme décisionnel à la Figure 3.1.2 (Section 3.1.6) facilite le choix du niveau méthodologique approprié pour la mise en œuvre des procédures d'estimation. Les estimations du carbone du bois mort varient souvent considérablement suivant l'utilisation antérieure des terres, le type de forêt et le type de régénération. En principe, les Équations 3.2.27 et 3.2.28 devraient donner les mêmes estimations de carbone. En réalité, les données dont on dispose et l'exactitude recherchée déterminent le choix de l'équation.

Niveau 1 (Défaut) : Les *Lignes directrices du GIEC*, conformément à la notification au Niveau 1, supposent une absence de variation du carbone du bois mort sur les terres converties en forêts. Ceci est en accord avec l'Équation 3.2.27, qui suppose un équilibre entre les transferts annuels vers et par le bassin de bois mort, et avec l'Équation 3.2.28 si des inventaires des stocks de carbone ont été établis à des dates différentes.

Niveau 2 : Le Niveau 2 utilise l'Équation 3.2.27 lorsque les taux de transfert vers et par le bassin de bois mort ont été estimés avec données provenant de parcelles échantillons situées dans le pays ou dans des pays présentant des conditions similaires, et l'Équation 3.2.28 lorsque les stocks de carbone sont mesurés. À des fins de comparaison, les nouvelles parcelles devront être établies conformément aux principes d'échantillonnage décrits à la Section 5.3, avec stratification par type de forêt et régime de conversion.

Niveau 3 : Les pays peuvent utiliser des méthodes de Niveau 3 s'ils disposent d'inventaires détaillés basés sur des parcelles échantillons dans leurs forêts gérées, ou de modèles détaillés validés par rapport à des données d'accumulation de litière représentatives. La conception statistique de l'inventaire (ou de la méthode de collecte de données pour la validation du modèle) devra respecter les principes décrits à la Section 5.3, pour permettre d'obtenir des résultats sans biais et des informations sur des incertitudes associées.

Calcul de la variation des stocks de carbone de la litière

La méthode d'estimation de la variation du carbone de la litière reflète les différences prévues de la structure et durée de la variation du carbone de la litière pour les plantations à gestion intensive et les forêts régénérées naturellement sur les terres converties en terres forestières.

Théoriquement, après établissement de la valeur des stocks de carbone juste avant la conversion en forêt (valeur par défaut souvent nulle), on peut estimer les variations annuelles pour les terres converties par plantations et les sites gérés et régénérés naturellement, et classées par utilisation des terres antérieure et type de forêts, à l'aide de l'Équation 3.2.29.

ÉQUATION 3.2.29 VARIATION ANNUELLE DES STOCKS DE CARBONE DE LA LITIÈRE DES TERRES CONVERTIES EN TERRES FORESTIÈRES

$$\Delta C_{TF_{LT}} = [S_{RNat} \cdot \Delta C_{RNat}] + [S_{RArt} \cdot \Delta C_{RArt}]$$

Où $\Delta C_{TF_{LT}}$ = variation annuelle des stocks de carbone de la litière des terres converties en terres forestières, tonnes C an⁻¹

S_{RNat} = superficie des terres converties en terres forestières par régénération naturelle, ha

S_{RArt} = superficie de terres converties en terres forestières par plantations, ha

ΔC_{RNat} = variation annuelle moyenne des stocks de carbone de la litière pour des superficies forestières RNat, tonnes C ha⁻¹ an⁻¹

ΔC_{RArt} = variation annuelle moyenne des stocks de carbone de la litière pour des superficies forestières RArt, tonnes C ha⁻¹ an⁻¹

On peut également utiliser les méthodes d'estimation des variations des stocks décrites dans l'Équation 3.2.30 si on dispose de données de relevés appropriées.

ÉQUATION 3.2.30 VARIATION ANNUELLE DES STOCKS DE CARBONE DE LA LITIÈRE DES TERRES CONVERTIES EN TERRES FORESTIÈRES

$$\Delta C_{TF_{LT}} = S \cdot (C_{t_2} - C_{t_1}) / T$$

Où : $\Delta C_{TF_{LT}}$ = variation annuelle des stocks de carbone de la litière des terres converties en terres forestières, tonnes C an⁻¹

S = superficie des terres converties en terres forestières, ha

C_{t_2} = stocks de carbone de la litière au point temporel t_2 , tonnes C ha⁻¹

C_{t_1} = stocks de carbone de litière au point temporel t_1 (point antérieur), tonnes C ha⁻¹

$T (= t_2 - t_1)$ = période entre le point temporel de la deuxième et de la première estimation des stocks, années

Le choix méthodologique pour l'estimation de ce bassin s'effectue à l'aide du diagramme décisionnel général pour les terres converties en terres forestières à la Figure 3.1.2. Les estimations du carbone de la litière varient souvent considérablement en raison de l'utilisation antérieure des terres, et du type de forêt et de régénération. En principe, les Équations 3.2.29 et 3.2.30 devraient donner les mêmes estimations de carbone. En réalité, la disponibilité des données et l'exactitude recherchée déterminent le choix de l'équation.

Niveau 1 (Défaut) : Les *Lignes directrices du GIEC*, conformément à la notification au Niveau 1, supposent une absence de variation du carbone de la litière sur les terres converties en forêts. Ceci est en accord avec l'Équation 3.2.29, qui suppose un équilibre entre les transferts annuels vers et par le bassin de litière, et avec l'Équation 3.2.30 lorsqu'on suppose que les stocks de carbone de la litière sont stables.

Niveau 2 : Le Niveau 2 utilise l'Équation 3.2.29 lorsque les taux de transfert vers et par le bassin de litière ont été estimés avec des données provenant de parcelles échantillons situées dans le pays ou dans des pays présentant des conditions similaires, et l'Équation 3.2.30 lorsque les stocks de carbone sont mesurés. À des fins de comparaison, les nouvelles parcelles devront être établies conformément aux principes d'échantillonnage décrits à la Section 5.3, avec stratification par type de forêt et régime de conversion.

Niveau 3 : Les pays peuvent utiliser des méthodes de Niveau 3 s'ils disposent d'inventaires détaillés basés sur des parcelles échantillons dans leurs forêts gérées, ou de modèles détaillés validés par rapport à des données d'accumulation de litière représentatives. La conception statistique de l'inventaire (ou de la méthode de collecte de données pour la validation du modèle) devra respecter les principes décrits à la Section 5.3, pour permettre d'obtenir des résultats sans biais et des informations sur des incertitudes associées.

3.2.2.2.1.2 Choix des facteurs d'émission/d'absorption

BOIS MORT

Niveau 1 : Conformément aux *Lignes directrices du GIEC* sur la notification au Niveau 1, on suppose par défaut que les stocks de carbone du bois mort des terres converties en forêts sont stables ; par conséquent l'effet net des facteurs d'émission et d'absorption est égal à zéro.

Niveau 2 : On utilise des valeurs spécifiques au pays pour les taux de mortalité relatifs aux stocks de biomasse sur pied, obtenues à partir d'études scientifiques, ou fournies par des régions voisines à forêts et climats similaires. Si on calcule des facteurs d'absorption spécifiques au pays, on pourra également obtenir des facteurs d'émissions résultant des récoltes et régimes de perturbations, à partir de données spécifiques au pays. Dans le cas où un seul type de facteur spécifique au pays est connu, on suppose que l'autre facteur a la même valeur que le facteur connu. En l'absence de valeurs nationales ou régionales, on peut utiliser les facteurs par défaut du Tableau 3.2.2 pour certaines catégories de forêts.

Niveau 3 : Les pays établissent leurs propres méthodologies et paramètres pour l'estimation des variations pour le bois mort. Ces méthodes sont probablement fondées sur des programmes de mesures d'inventaires permanents, associés à des données d'activités à résolution fine, et peut-être à des études modélisées représentatives des interactions entre tous les bassins liés aux forêts. Certains pays ont établi des matrices des perturbations qui présentent, pour chaque type de perturbation, la structure de la distribution du carbone entre les bassins (Kurz et Apps, 1992). Les taux de décomposition du bois mort peuvent varier selon les espèces de bois, les conditions micro-climatiques, et les procédures de préparation des sites (brûlage contrôlé étendu ou brûlage ponctuel, etc.). On peut utiliser les facteurs par défaut du Tableau 3.2.2 pour vérifier les facteurs spécifiques au pays.

LITIÈRE

Niveau 1 (Défaut) : On suppose par défaut que les stocks de carbone de la litière des terres converties en terres forestières sont stables ; par conséquent l'effet net des facteurs d'émission et d'absorption est égal à zéro. Les pays dans lesquels se produisent des variations importantes des types de forêts, ou des régimes de perturbations ou de gestion forestière sont invités à établir des données nationales pour quantifier l'impact de ces variations et présenter les estimations par le biais de méthodologies de Niveau 2 ou 3.

Niveau 2 : Conformément aux *bonnes pratiques*, on utilisera des données nationales pour les taux d'accumulation nette de litière pour les terres converties en forêts, par types de forêts, ainsi que des valeurs par défaut dans la dernière colonne du Tableau 3.2.1 en l'absence de valeurs nationales ou régionales pour certaines catégories forestières.

Niveau 3 : Les pays établissent leurs propres méthodologies et paramètres pour l'estimation des variations pour la litière, en utilisant des estimations de carbone de litière, classées par types de forêts, ou par régimes de perturbations ou de gestion, ou les deux. Ces méthodes sont probablement fondées sur des programmes de mesures d'inventaires permanents, associés à des données d'activités à résolution fine, et peut-être à des études modélisées représentatives des interactions entre tous les bassins liés aux forêts. On peut utiliser les facteurs par défaut du Tableau 3.2.1 pour vérifier les facteurs spécifiques au pays.

3.2.2.2.1.3 Choix des données d'activités

Les données d'activités devront être conformes aux données d'activités utilisées pour l'estimation des variations de la biomasse vivante des terres converties en forêts. Conformément aux principes généraux établis au Chapitre 2 et comme décrit à la Section 3.2.2.1.1.3, elles pourront provenir de statistiques nationales, ou être obtenues auprès de services forestiers, organismes chargés de la conservation, municipalités, et organismes responsables des relevés et de la cartographie. Des contre-vérifications devront être effectuées pour s'assurer que la représentation des terres converties annuellement est complète et cohérente, et prévenir le risque d'omission ou de double comptage. Les données devront être sub-divisées par catégories climatiques et types de forêts, comme indiqué au Tableau 3.2.1. Les inventaires de Niveau 3 exigeront des données plus complètes sur l'établissement des nouvelles forêts, et plus détaillées en ce qui concerne les sols, les climats, et la résolution spatiale et temporelle. Toutes les variations ayant eu lieu pendant la période T années choisie comme période de transition devront être incluses, les transitions antérieures aux vingt dernières années étant notifiées dans une sous-catégorie des forêts restant forêts.

3.2.2.2.1.4 Évaluation de l'incertitude

En termes absolus, les incertitudes pour la matière organique morte des terres converties en terres forestières peuvent être relativement faibles pendant les premières années après la conversion. Les terres non forestières auront peu ou pas de matière organique morte. La matière organique morte ne peut être présente que s'il y a eu établissement, croissance et mort de la végétation.

BOIS MORT

Les estimations pour les incertitudes relatives au bois mort des terres converties en terres forestières, pendant les premières années après la conversion, peuvent être proches de zéro pour cent. Il est pratiquement certain qu'il n'y a pas de bois mort sur les terres non forestières avant leur conversion en forêts. Plus la période de transition choisie est longue, plus les incertitudes seront élevées pour le bois mort des terres converties en terres forestières. Les incertitudes pour le bois mort des terres forestières restant terres forestières sont décrites à la Section 3.2.1.2.1.4.

LITIÈRE

Les estimations de l'incertitude relative à la litière des terres converties en terres forestières sont très similaires à celles de l'incertitude pour la litière des terres forestières restant terres forestières, décrite à la Section 3.2.1.2.1.4. La litière s'accumule relativement vite. Plus la période de transition (pendant laquelle la terre reste dans la catégorie de terres converties en terres forestières) est courte, moins l'incertitude relative à la litière est élevée.

Le Tableau 3.2.5 présente les sources d'incertitude pour l'estimation des émissions et absorptions de CO₂ par les sols forestiers et bassins de matière organique morte, et indique comment réduire cette incertitude.

Données d'activités : Les incertitudes liées aux données d'activités pour la matière organique morte devront être conformes aux incertitudes liées aux données d'activités pour les estimations des variations de la biomasse vivante des terres converties en terres forestières, comme décrit à la Section 3.2.2.1.1.4.

3.2.2.3 VARIATIONS DES STOCKS DE CARBONE DES SOLS

La présente section décrit les procédures d'estimation pour les émissions et absorptions de carbone par les sols des terres converties en terres forestières. Des recommandations séparées sont fournies pour deux types de bassins de carbone des sols forestiers : 1) la composante organique des sols forestiers minéraux, et 2) les sols organiques. La variation des stocks de carbone des sols des terres converties en terres forestières ($\Delta C_{TF_{Sols}}$) est égale à la somme des variations des stocks de carbone des sols minéraux ($\Delta C_{TF_{Minéraux}}$) et des sols organiques ($\Delta C_{TF_{Organiques}}$).

3.2.2.3.1 QUESTIONS MÉTHODOLOGIQUES

SOLS MINÉRAUX

Des études sur les échanges du carbone des sols suite à la conversion de terres non forestières en terres forestières révèlent un large éventail de tendances, taux et échelles temporelles. On explique en général cette variabilité par des différences au niveau de la conception expérimentale et des procédures d'échantillonnage, de l'historique de l'utilisation des terres, et des types de climat et des forêts (Paul *et al.*, 2002 ; Post et Kwon, 2000). Le boisement de prairies améliorées a eu pour effet une certaine diminution du carbone des sols minéraux dans l'horizon supérieur des sols, tendance qui peut ou non persister ou être inversée à la suite des rotations ultérieures (Paul *et al.*, 2002). Par ailleurs, les caractéristiques des sites se sont révélées être un facteur important des échanges de carbone lors du boisement d'anciennes prairies (Jackson *et al.*, 2002). On ne peut donc pas déterminer de structure cohérente quant à l'importance et à la tendance des variations à long terme du carbone des sols après conversion de terres non forestières en forêts gérées (Post et Kwon 2000 ; Polglase *et al.*, 2000).

En général, on constate une accumulation du carbone des sols suite au boisement des terres cultivées (Polglase *et al.*, 2000). Toutefois, le taux d'accumulation peut être fortement influencé par les conditions initiales, elles-mêmes liées à l'intensité de l'utilisation des terres antérieures et à la présence de carbone organique du sol labile avant le rétablissement de la forêt (Post et Kwon, 2000). En dépit d'apports carbonés plus élevés par la litière, les caractéristiques du sol peuvent limiter la contribution de l'accumulation de carbone organique du sol (COS) à la séquestration totale de carbone dans l'écosystème après régénération forestière (Richter *et al.*, 1999). Selon les

profondeurs d'échantillonnage des sols, la redistribution du carbone organique dans le sol peut donner lieu à des conclusions incorrectes sur les variations nettes des stocks de carbone des sols.

La méthode proposée tient compte du potentiel d'absorption ou d'émission de COS des terres converties en terres forestières ; elle permet l'intégration des connaissances scientifiques et des données sur la tendance et le taux des variations de COS dans les forêts nouvellement établies.

Conceptuellement, la méthodologie est conforme à celle présentée à la Section 3.2.1.3.1.1 (Choix de la méthode), en ceci qu'elle suppose une teneur en carbone moyennée spatialement stable pour les sols minéraux pour des types de forêts, modes de gestion et régimes de perturbations donnés. Elle est basée sur les hypothèses suivantes :

- La conversion de terres non forestières en terres forestières est potentiellement associée à des variations de COS, pouvant atteindre un point de stabilité finale ; et
- L'absorption/l'émission de COS pendant la période de transition vers un nouvel équilibre se produit linéairement.

SOLS ORGANIQUES

Le boisement ou la régénération forestière sur les sols organiques peut modifier le régime hygrométrique, ce qui se manifeste par la variation des précipitations et de l'évapotranspiration, et par l'augmentation des apports de matières organiques. Ceci peut modifier les échanges de carbone et l'équilibre entre les émissions de CO₂ et de CH₄ dans l'atmosphère, ce qui peut faire penser que la conversion des terres en forêts sur des sols organiques drainés (drainés à cette fin, ou drainés antérieurement) sera une source anthropique de CO₂. On suppose que ceci n'est pas le cas pour la conversion des terres en forêts sans drainage.

TABLEAU 3.2.5		
SOURCES D'INCERTITUDE POUR LES ESTIMATIONS D'EMISSION/D'ABSORPTION DE CO₂ POUR LES SOLS FORESTIERS ET LES BASSINS DE MOM		
Sources d'incertitude	Caractéristiques	Traitement
Données d'activités		
Omission de superficies de forêts gérées	Toutes les superficies de forêts gérées ne sont pas caractérisées par type, pratiques de gestion et régimes de perturbations ; les variations des types de forêts, pratiques ou perturbations ne sont pas documentées	Documenter et surveiller les types de forêts, pratiques de gestion et perturbations
Omission de changements pertinents affectant des événements ou des pratiques	L'omission de certains changements d'affectation des terres, pratiques ou perturbations peut être la cause d'émissions ou d'absorption de gaz à effet de serre	Ajouter et documenter les données ; examiner les effets probables sur la validité des estimations
Cartographie de données d'activités spatiales (sols organiques, par exemple).	Les superficies ou les emplacements sont cartographiés incorrectement	Suivre les recommandations du Chapitre 2 et les textes SIG types pour le traitement de l'incertitude associée à la manipulation des données spatiales
Stratification incorrecte	Les données d'activités ne sont pas stratifiées conformément aux variables qui contribuent le plus à la variabilité générale	Améliorer la stratification pour une meilleure conception d'échantillonnage
Utilisation d'une classification par défaut	La classification d'utilisation des terres nationale n'est pas compatible avec les valeurs par défaut du GIEC	Établir des concordances
Paramètres, facteurs d'émission/d'absorption		

Utilisation de paramètres ou de facteurs d'émissions/d'absorption par défaut	Les valeurs par défaut ne sont pas représentatives des circonstances nationales	Utiliser des valeurs par défaut pour les incertitudes ; axer les améliorations sur la réduction de l'incertitude la plus élevée.
Conception de l'échantillonnage	La stratification, et l'intensité de l'échantillonnage ne reflètent pas complètement la variabilité spatiale	Quantifier l'incertitude aléatoire (voir Chapitre 5 ou <i>GPG2000</i>)
Protocole d'échantillonnage non cohérent	L'échantillonnage des horizons, la profondeur, la reproduction, les échantillons composés, le traitement des fragments grossiers, et les mesures de densité apparente ne sont pas cohérents	Améliorer et/ou normaliser le protocole d'échantillonnage ; établir des concordances entre les protocoles
Épaisseur des couches	Seuls des échantillons de sols superficiels (0-30 cm) ont été collectés	Supposer que la couche de 0 à 30 cm contient seulement 50 pour cent du carbone des sols forestiers ; estimer l'incertitude en conséquence
	Les couches d'humus sous les roches ne sont pas des échantillons – surestimation des stocks de carbone de la litière	Évaluer et modifier la conception de l'échantillonnage au niveau de la parcelle en fonction de la variabilité microspatiale
	Manque de cohérence de l'identification des horizons des sols ou des profondeurs de référence	Supposer que la structure verticale du profil des sols est constante pendant les échantillonnages répétés sur des sites forestiers sans préparation mécanique des sites.
Densité apparente (DA)	La densité apparente n'est pas mesurée sur tous les sites d'échantillonnage ; valeurs de densité apparente inexactes, en particulier pour les sous-sols compacts ou denses	Utiliser des données supplémentaires provenant de publications ou de bases de données pour identifier les erreurs systématiques de la DA et fournir les données manquantes ; demander que des mesures représentatives de la DA soient effectuées
Fragments grossiers	Pas d'évaluation du volume ou de la masse des fragments grossiers	Utiliser des données supplémentaires provenant de publications ou de bases de données pour identifier les erreurs systématiques pour les fragments grossiers ; calibrer et normaliser l'évaluation de la teneur en fragments grossiers pendant les campagnes d'échantillonnage
Concentration de carbone	Les méthodes analytiques pour les analyses du carbone ont été modifiées	Si possible, éviter de modifier les méthodes analytiques ; établir des facteurs de correction à partir d'études comparatives en laboratoire, ou utiliser des facteurs publiés
Mise à l'échelle des valeurs expérimentales des FE pour de grandes superficies (ex. FE _{Drainage})	Les valeurs expérimentales obtenues à partir d'études spécifiques au site sont appliquées à de grandes zones.	Suivre les recommandations du Chapitre 5 sur la mise à l'échelle

3.2.2.3.1.1 Choix de la méthode

SOLS MINÉRAUX

L'Équation 3.2.31 indique que la variation des stocks de carbone des sols pour une année d'inventaire est égale à la somme des variations des stocks de carbone des nouvelles forêts à gestion intensive et extensive établies depuis moins de T années. L'équation reflète les différences prévues des types et durée des variations de COS pour les forêts à gestion intensive et extensive.

ÉQUATION 3.2.31

VARIATION ANNUELLE DES STOCKS DE CARBONE DES SOLS MINÉRAUX DES TERRES CONVERTIES EN TERRES FORESTIÈRES¹

$$\Delta C_{TF\text{Minéraux}} = \Delta C_{TF\text{ Forêt Ext}} + \Delta C_{TF\text{ Forêt Int}}$$

Où,

$$\Delta C_{TF\text{ Forêt Ext}} = [(COS_{\text{Forêt Ext}} - COS_{\text{Terres non forest}}) \cdot S_{\text{Forêt Ext}}] / T_{\text{Forêt Ext}}$$

$$\Delta C_{TF\text{ Forêt Int}} = [(COS_{\text{Forêt Int}} - COS_{\text{Terres non forest}}) \cdot S_{\text{Forêt Int}}] / T_{\text{Forêt Int}}$$

et

$$COS_{\text{Forêt Int, Ext}} = COS_{\text{réf}} \cdot f_{\text{type forêt}} \cdot f_{\text{intensité gest}} \cdot f_{\text{régime pert}}$$

Où : $\Delta C_{TF\text{Minéraux}}$ = variation annuelle des stocks de carbone des sols minéraux pour l'année d'inventaire, tonnes C an⁻¹

$\Delta C_{TF\text{ Forêt Ext}}$ = variation annuelle des stocks de carbone des sols minéraux des terres converties en terres forestières à gestion extensive, tonnes C an⁻¹

$\Delta C_{TF_{Forêt\ Int}}$ = variation annuelle des stocks de carbone des sols minéraux des terres converties en terres forestières à gestion intensive, tonnes C an⁻¹

$COS_{Forêt\ Ext}$ = stocks de carbone organique des sols stables des nouvelles terres forestières à gestion extensive, tonnes C ha⁻¹

$COS_{Forêt\ Int}$ = stocks de carbone organique des sols stables des nouvelles terres forestières à gestion intensive, tonnes C ha⁻¹

$COS_{Terres\ non\ forest}$ = stocks de carbone organique des sols des terres non forestières avant leur conversion, tonnes C ha⁻¹

$S_{Forêt\ Ext}$ = superficie des terres converties en terres forestières à gestion extensive, ha

$S_{Forêt\ Int}$ = superficie des terres converties en terres forestières à gestion intensive, ha

$T_{Forêt\ Ext}$ = durée de la transition de $COS_{Terres\ non\ forest}$ à $COS_{Forêt\ Ext}$, années

$T_{Forêt\ Int}$ = durée de la transition de $COS_{Terres\ non\ forest}$ à $COS_{Forêt\ Int}$, années

$COS_{réf}$ = stocks de carbone de référence, dans des forêts naturelles non gérées, sur un sol donné, tonnes C ha⁻¹

$f_{type\ forêt}$ = facteur de compensation pour un type de forêt différent de la végétation forestière naturelle, adimensionnel

$f_{intensité\ gest}$ = facteur de compensation pour les effets de l'intensité de la gestion, adimensionnel

$f_{régime\ pert}$ = facteur de compensation reflétant les effets sur COS d'un régime de perturbation différent du régime naturel, adimensionnel

Remarque 1 : Ces variations des stocks de carbone devront être notifiées annuellement pour $T_{Forêt\ Ext}$ et $T_{Forêt\ Int}$ années, respectivement. Par exemple, si des terres sont converties en terres forestières à gestion intensive et $T_{Forêt\ Int} = 20$ ans, la variation annuelle des stocks de carbone des sols minéraux pour la superficie $S_{Forêt\ Int}$ calculée à l'aide de l'Équation 3.2.31 devra être notifiée dans l'inventaire national pour les vingt années après la conversion. La variation totale des stocks de carbone des sols minéraux est la somme de tous les types de conversions en terres forestières.

Lorsque des terres non forestières sont converties en terres forestières naturelles non gérées :

$$F_{type\ forêt} = f_{intensité\ gest} = f_{régime\ pert} = 1, \text{ et} \\ COS_{Forêt\ Int, Ext} = COS_{réf}$$

Les variations annuelles de COS se produisent tant que moins de T années se sont écoulées depuis la conversion de terres non forestières en terres forestières.

Le diagramme décisionnel à la Figure 3.1.2 (Section 3.1.6) contient des recommandations de base sur le choix du niveau méthodologique de l'estimation.

Niveau 1 : La conversion de terres cultivées et de prairies en terres forestières peut être prise en compte, au choix, au Niveau 1, bien que les effets des conversions en terres forestières sur les stocks de carbone des sols ne soient pas couverts par la méthodologie par défaut dans les *Lignes directrices du GIEC*⁷. En raison de l'absence de distinction entre la gestion intensive et la gestion extensive des nouvelles forêts, $COS_{Forêt\ Ext} = COS_{Forêt\ Int} = COS_{réf}$ et $T_{Forêt\ Ext} = T_{Forêt\ Int} = T_{Boisement}$. L'équation par défaut est donc simplifiée comme suit :

ÉQUATION 3.2.32
VARIATION ANNUELLE DES STOCKS DE CARBONE DES SOLS MINÉRAUX APRES BOISEMENT¹

$$\Delta C_{TF_{Minéraux}} = [(COS_{réf} - COS_{Terre\ non\ forest}) \cdot S_{Boisement}] / T_{Boisement}$$

Où : $\Delta C_{TF_{Minéraux}}$ = variation annuelle des stocks de carbone des sols minéraux pour l'année d'inventaire, tonnes C an⁻¹

$COS_{réf}$ = stocks de carbone de référence, dans des forêts naturelles non gérées, sur un sol donné, tonnes C ha⁻¹

$COS_{Terre\ non\ forest}$ = carbone organique des sols stable, pour une utilisation des terres antérieure (terres cultivées ou prairies), tonnes C ha⁻¹

$S_{Boisement}$ = totalité des terres boisées, autrefois terres cultivées ou prairies, ha

$T_{Boisement}$ = durée de la transition de $COS_{Terre\ non\ forest}$ à $COS_{réf}$, années

Remarque 1 : Ces variations des stocks de carbone devront être notifiées annuellement pour $T_{Boisement}$ années. Par exemple, si des terres sont converties en terres forestières et $T_{Boisement} = 20$ ans, la variation annuelle des stocks de carbone des sols minéraux sur la superficie $S_{Boisement}$, calculée à l'aide de l'Équation 3.2.32, devra être notifiée dans l'inventaire national pour les vingt années après la conversion.

⁷ Bien que les pertes de carbone des sols dues à la conversion des forêts et prairies en d'autres catégories soient prises en compte.

En raison de l'incertitude élevée des calculs de Niveau 1, les pays dans lesquels la conversion des terres en forêts est une catégorie clé devront effectuer leurs estimations au Niveau 2 ou 3.

Niveau 2 : Pour les calculs de Niveau 2, initialement, on peut faire une distinction entre les forêts à gestion intensive (foresterie de plantations avec préparation et fertilisation intensives) et les forêts à gestion extensive (forêts régénérées naturellement, avec intervention humaine minimale). Ces deux catégories peuvent être subdivisées en fonction des circonstances nationales, par exemple, selon l'origine du peuplement (régénération naturelle ou artificielle). Les estimations pour les nouvelles forêts établies sur des terres qui n'étaient pas des terres cultivées ou des prairies peuvent être effectuées à ce niveau.

Niveau 3 : A ce niveau, les calculs font appel à une méthodologie d'estimation spécifique au pays, fondée sur des données d'activités subdivisées et des paramètres, stratifiée par facteurs écologiques et anthropiques pertinents au plan national. Cette méthodologie devra être complète et inclure toutes les nouvelles forêts gérées, et tous les facteurs anthropiques influant sur le bilan de COS de ces terres. La Section 3.2.1.3.1.1, Choix de la méthode, présente schématiquement les étapes génériques pour l'application d'une méthodologie nationale.

SOLS ORGANIQUES

Dans le cas de conversions en forêts sur des sols organiques drainés, aux Niveaux 1 et 2, les pays devront appliquer la méthodologie d'estimation décrite au paragraphe « Sols organiques » à la Section 3.2.1.3.1.1, Choix de la méthode, à l'aide de l'Équation 3.2.33 ci-dessous, qui est une version modifiée de l'Équation 3.2.15. On utilisera des méthodes de Niveau 3 lorsque des superficies étendues de sols organiques drainés ont été converties en nouvelles terres forestières. On suppose que les émissions se poursuivront tant que la couche organique aérobie subsiste et que le sol est considéré comme un sol organique.

ÉQUATION 3.2.33

ÉMISSIONS DE CO₂ PAR LES SOLS ORGANIQUES DRAINÉS DES TERRES CONVERTIES EN TERRES FORESTIÈRES

$$\Delta C_{TF\text{Organiques}} = S_{\text{Drainés Boisement}} \bullet FE_{\text{Drainage}}$$

Où : $\Delta C_{TF\text{Organiques}}$ = émissions de CO₂ par les sols organiques drainés des terres converties en terres forestières, tonnes C an⁻¹

$S_{\text{Drainés Boisement}}$ = superficie des sols organiques drainés des terres converties en terres forestières, ha

FE_{Drainage} = facteur d'émission pour le CO₂ des sols forestiers organiques drainés, tonnes C ha⁻¹ an⁻¹

3.2.2.3.1.2 Choix des facteurs d'émission/d'absorption

SOLS MINÉRAUX

Les paramètres à estimer sont $COS_{\text{réf}}$, $COS_{\text{Forêt Ext}}$, $COS_{\text{Forêt Int}}$, $T_{\text{Forêt Int}}$, $T_{\text{Forêt Ext}}$, $COS_{\text{Terres non forest}}$, $f_{\text{type forêt}}$, $f_{\text{intensité gestion}}$ et $f_{\text{régime perturb}}$.

Niveau 1 : Pour les calculs de Niveau 1, $f_{\text{type forêt}} = f_{\text{intensité gestion}} = f_{\text{régime perturb}} = 1$, d'où COS des nouvelles forêts = $COS_{\text{Réf}}$. Des valeurs par défaut de $COS_{\text{Réf}}$ pour la végétation naturelle pour les principales catégories de sols et de climats figurent au Tableau 3.2.4.

Étant donné que seule la conversion des terres cultivées et des prairies est examinée, les valeurs de $COS_{\text{Terres non forest}}$ devront être conformes aux valeurs de COS estimées pour les terres cultivées (voir recommandations à la Section 3.3.1.2) ou les prairies (voir recommandations à la Section 3.4.1.2).

$T_{\text{Boisement nat}} = T_{\text{Boisement int}} = T_{\text{Boisement}}$: le nombre d'années nécessaire pour que les terres agricoles abandonnées retournent à la biomasse forestière naturelle avec type de végétation et de climat naturel ; ceci peut être de l'ordre de vingt à cent ans, ou plus pour les écosystèmes tempérés et boréaux. Ces échanges à long terme devront être surveillés dans la catégorie forêts restant forêts, lorsque les terres ne sont plus considérées comme des terres en conversion.

Niveau 2 : Pour les calculs au Niveau 2, les pays utilisent leurs propres valeurs pour $COS_{\text{Réf}}$, $COS_{\text{Forêt Ext}}$, $COS_{\text{Forêt Int}}$, $T_{\text{Forêt Int}}$, $T_{\text{Forêt Ext}}$, $COS_{\text{Terres non forest}}$, $f_{\text{type forêt}}$, $f_{\text{intensité gestion}}$, et $f_{\text{régime perturb}}$.

Les valeurs par défaut pour $COS_{\text{Réf}}$ devront être remplacées par des données plus représentatives des circonstances nationales, basées sur des types de forêts pertinents, et des régimes de perturbations naturelles. On prêtera particulièrement attention à $COS_{\text{Réf}}$ pour lequel on utilisera des valeurs par défaut uniquement pour le COS final stable après boisement lorsqu'on peut prouver que les nouvelles forêts sont écologiquement semblables à la végétation naturelle et ne sont pas gérées. Lorsque des forêts ont été établies sur des terres n'ayant jamais contenu de forêts, on peut déterminer $COS_{\text{Réf}}$ à partir des données publiées les plus représentatives ou d'études de terrain pour des forêts et des sols comparables.

Les valeurs nationales pour $COS_{\text{Forêt Ext}}$, $COS_{\text{Forêt Int}}$, et $f_{\text{type forêt}}$, $f_{\text{intensité gestion}}$, et $f_{\text{régime perturb}}$ devront être en conformité avec les types de forêts, pratiques de gestion et régimes de perturbations utilisés dans les procédures d'estimation de

COS pour les forêts restant forêts (Section 3.2.1.3.1.2, Choix des facteurs d'émission/d'absorption). On établira ces paramètres conformément aux recommandations figurant dans la partie correspondante de la Section 3.2.1.3.1.2.

Les valeurs de $COS_{\text{Terres non forest}}$ devront être en conformité avec les valeurs estimées pour les autres terres.

L'estimation de la durée nécessaire pour atteindre des valeurs stables pour le COS des forêts devra tenir compte des points suivants : les taux de séquestration du carbone des sols sont inférieurs à ceux de la biomasse aérienne ; des variations superficielles de COS peuvent ne représenter que partiellement la redistribution verticale du carbone dans le profil des sols ; la transition peut être moins longue pour les nouvelles forêts à gestion intensive que pour les forêts à gestion extensive, et, toutes choses étant égales, à long terme $COS_{\text{Forêt Int}}$ sera probablement inférieur à $COS_{\text{Forêt Ext}}$.

La séquestration linéaire du carbone peut être remplacée par des représentations sigmoïdales ou équivalentes, en fonction des données disponibles.

Niveau 3 : Les pays établissent leurs propres méthodologies et paramètres pour l'estimation des variations de COS associées à l'établissement de nouvelles forêts. Ces méthodes intégreront probablement des programmes rigoureux de surveillance à long terme, associés à des études modélisées numériques et/ou dynamiques, et seront en conformité avec les méthodes utilisées pour les estimations d'émission/d'absorption pour les bassins de COS des terres forestières restant terres forestières. Les modèles seront choisis en fonction de leur capacité à représenter l'éventail de conditions et pratiques pour les terres étudiées, et leur compatibilité avec les données nationales disponibles. En raison de la complexité de ces modèles, il peut être difficile de quantifier l'incertitude associée aux données fournies par les modèles. L'emploi de modèles doit être complété par une validation indépendante des hypothèses, paramètres, règles et données fournies par les modèles pour toutes les circonstances et pratiques modélisées.

SOLS ORGANIQUES

On devra estimer le facteur d'émission FE_{Drainage} , pour les émissions de CO_2 par les sols organiques drainés convertis en terres forestières [$\text{tonnes C ha}^{-1} \text{an}^{-1}$], comme dans le cas des facteurs d'émissions pour les sols organiques examinés à la Section 3.2.1.3.1.2. Des valeurs par défaut figurent au Tableau 3.2.3.

3.2.2.3.1.3 Choix des données d'activités

SOLS MINERAUX

Au Niveau 1, les données d'activités sont la totalité des terres cultivées et des prairies converties en forêts, intentionnellement ou suite à l'abandon des terres, estimées conformément aux recommandations du Chapitre 2. L'établissement de plantations sur des terres agricoles marginales, sur des terres agricoles dégradées abandonnées dans des zones productives marginales, ou sur des terres agricoles et des terres abandonnées pour d'autres raisons, sont des exemples types de conversion.

Aux Niveaux 2 et 3, les données d'activités sont la totalité des terres converties en terres forestières, groupées par catégories climatiques générales, et sub-divisées par mode de gestion (extensive ou intensive) et origine des peuplements (naturel ou artificiel).

Pour tous les niveaux, les nouvelles forêts devront rester dans la catégorie conversion pendant la durée de la période de transition (défaut = 20 ans), puis incluses dans la catégorie Terres forestières restant terres forestières. Il est beaucoup plus facile d'évaluer les variations du COS des forêts si on peut utiliser les données sur les changements d'affectation des terres conjointement avec des données nationales sur les sols et les régimes climatiques, avec des inventaires sur la végétation et d'autres données géophysiques. Il sera peut-être nécessaire de surveiller les échanges du carbone des sols à long terme dans la catégorie Terres forestières restant terres forestières au terme de la période de transition.

Les sources de données varieront selon les systèmes de gestion des terres du pays, depuis des entreprises ou sociétés individuelles, jusqu'à des organismes de réglementation et des organismes gouvernementaux chargés de la planification de l'utilisation des terres, des inventaires et de la gestion, et des centres d'études. Les formats des données incluront, entre autres, des rapports d'activités présentés régulièrement dans le cadre de programmes incitatifs ou réglementaires, des inventaires forestiers et des images télédéteçtées.

SOLS ORGANIQUES

Les données d'activités sont $S_{\text{Drainage Boisement}}$, la superficie des sols organiques drainés convertis en forêts. Lorsque les sols organiques sont drainés à des fins de boisement, les archives documenteront probablement l'étendue et la localisation du drainage avant boisement. Ceci peut ne pas être le cas pour les sols drainés antérieurement, pour lesquels il peut n'y avoir que des données sur les superficies converties. On devra peut-être effectuer d'autres relevés, conformément aux recommandations du Chapitre 2, en tenant compte de la nécessité d'un ajustement des superficies affectées à des utilisations antérieures pour assurer une représentation cohérente des superficies.

3.2.2.3.1.4 Évaluation de l'incertitude

Fondamentalement, les incertitudes des données sur le carbone organique des sols sont les mêmes pour les terres converties en terres forestières et pour les forêts restant forêts (Section 3.2.1.3.1.4). Une source supplémentaire d'incertitude est associée aux preuves variables de l'effet de la conversion des terres en terres forestières sur le carbone organique des sols (COS) : la tendance et le taux des variations de COS dépendent des conditions

initiales des sols lors de la conversion et du potentiel d'accumulation de COS. A moins de disposer de preuves contraires, les pays devront supposer une incertitude de 30 pour cent pour les conditions initiales du sol.

3.2.2.4 ÉMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE SANS CO₂

Les gaz sans CO₂ résultant de la combustion de la biomasse sont examinés à la Section 3.2.1.4, Émissions de gaz à effet de serre résultant de la combustion de la biomasse.

En général, la conversion des terres cultivées, prairies, établissements et autres terres en terres forestières ne tend pas à modifier les sources et puits de gaz sans CO₂ des sols, par rapport aux sources et puits existant avec l'utilisation antérieure (terres cultivées, prairies, établissements, autres terres) ou à la nouvelle utilisation des terres (forêts). Ceci n'est pas toujours le cas (si des prairies sont labourées avant un boisement, par exemple). Toutefois, le peu de données disponibles ne permettent pas de présenter une méthodologie par défaut. Les émissions de N₂O dues à la gestion, y compris la fertilisation et le drainage, sont examinées à la Section 3.2.1.4 et à l'Appendice 3a.2.

OXYDE D'AZOTE

La Figure 3.1.2 représente le diagramme décisionnel pour le choix du niveau approprié pour les émissions de N₂O des terres converties en terres forestières. Si les données disponibles le permettent, on effectuera l'analyse de la catégorie clé séparément pour chaque type de conversion de terres (terres cultivées en terres forestières, prairies en terres forestières, zones humides en terres forestières, établissements en terres forestières, autres terres en terres forestières).

A tous les Niveaux, les *bonnes pratiques* consistent à estimer les émissions de N₂O résultant de l'application directe d'azote sur des terres dans la catégorie Conversion en terres forestières, en utilisant les mêmes méthodes que celles décrites à la Section 3.2.1.4.1 pour les terres forestières restant terres forestières, et en veillant à prévenir le risque de double comptage avec les terres forestières restant terres forestières, ou pour l'agriculture. S'il n'est pas possible de sub-diviser davantage les données sur les applications, les émissions devront être regroupées dans la catégorie principale, pour prévenir le double comptage. De plus, les points suivants s'appliquent :

Niveau 1 : On suppose que la conversion en terres forestières n'entraîne pas de pertes du carbone des sols. A partir de l'argument présenté à la Section 3.3.2.3, Émissions de gaz sans CO₂ résultant de la conversion en terres cultivées, on suppose également que les émissions de N₂O dues à la minéralisation du carbone des sols sont nulles. Les émissions différées de N₂O résultant de l'application d'azote pendant l'utilisation antérieure et la nouvelle utilisation des terres (forêt gérée) sont calculées implicitement dans l'inventaire et ne doivent pas être présentées séparément, pour prévenir le risque de double comptage.

Niveau 2 : Les pays disposant d'inventaires successifs du carbone des sols sont invités à vérifier la supposition selon laquelle la conversion en terres forestières n'entraîne pas de pertes de carbone des sols. Si on peut documenter des pertes de carbone, par exemple suite au boisement de prairies, les émissions de N₂O sont notifiées aux mêmes niveaux méthodologiques que ceux utilisés pour la conversion en terres cultivées (Section 3.3.2.3, Émissions de gaz sans CO₂ résultant de la conversion en terres cultivées). Les émissions différées de N₂O résultant de l'application d'azote pendant l'utilisation antérieure et la nouvelle utilisation des terres (forêt gérée) sont calculées implicitement dans l'inventaire et ne doivent pas être présentées séparément, pour prévenir le risque de double comptage. L'état actuel des connaissances ne permet pas d'estimer les effets de l'accumulation du carbone dans les sols sur les émissions de N₂O.

Niveau 3 : Pour les pays présentant les estimations d'émissions de N₂O sur une base spatialement explicite, les *bonnes pratiques* consistent à appliquer les mêmes modèles détaillés que pour les terres restant terres forestières, en tenant compte des interactions identifiées pour les Niveaux 1 et 2.

La conversion des sols organiques en terres forestières entraîne des émissions de N₂O lorsqu'il y a drainage des zones humides, en particulier des sols organiques. Les *bonnes pratiques* consistent à estimer les émissions de N₂O résultant du drainage des sols organiques pour la conversion en terres forestières en utilisant les mêmes niveaux méthodologiques que ceux utilisés pour les émissions de N₂O par les sols organiques drainés des terres forestières (Appendice 3a.2), ceci à des fins de cohérence.

3.2.3 Exhaustivité

L'exhaustivité est une des conditions requises pour l'Assurance de la qualité et le contrôle de la qualité (AQ/CQ) des inventaires, comme indiqué au Chapitre 5.5 ; elle est définie, comme précisé au Chapitre 1, par la couverture des *Lignes directrices du GIEC*.

Les présentes recommandations incluent des conseils spécifiques pour toutes les pertes pour les superficies de forêts gérées (nécessaires à la mise en oeuvre correcte de la méthodologie), lesquels, aux niveaux supérieurs, s'appliquent à tous les bassins, et non pas seulement à la biomasse aérienne. Les émissions de CO₂ et de gaz sans CO₂ résultant des feux et de l'application directe d'engrais sont incluses à tous les niveaux, et l'Appendice 3a.2 présente des recommandations sur l'oxyde d'azote provenant des sols organiques drainés. Les recommandations en matière de *bonnes pratiques* relatives au chaulage des sols forestiers sont identiques à celles des *Lignes directrices du GIEC* et n'ont pas été élaborées davantage, bien que des méthodes plus détaillées soient décrites au Chapitre 4.

3.2.4 Établissement de séries temporelles cohérentes

Conformément aux *bonnes pratiques*, on établira des séries temporelles cohérentes pour les inventaires des émissions et absorptions anthropiques de gaz à effet de serre (GES) dans toutes les catégories UTCATF, à partir des recommandations de la Section 5.6, Cohérence des séries temporelles et recalculs. En raison de la fréquence irrégulière des données d'activités, l'établissement de séries temporelles cohérentes pourra nécessiter des interpolations ou extrapolations à partir de séries temporelles plus longues ou de tendances, et peut-être l'utilisation de données sur l'évolution des politiques forestières et des programmes incitatifs.

Pour estimer les émissions et absorptions de GES, quel que soit le niveau méthodologique, on devra, si possible, appliquer avec cohérence le même protocole (stratégie d'échantillonnage, méthode, etc.) pour chaque année de la série temporelle, au même niveau de sub-division. Dans le cas de l'utilisation de données spécifiques au pays, les *bonnes pratiques* consistent à utiliser les mêmes coefficients pour des calculs équivalents à tous les points de la série temporelle.

Toutefois, en raison de l'amélioration constante des ressources et des sources de données d'inventaires, on inclura de nouvelles catégories de sources et puits, ou pour les niveaux supérieurs, on pourra mettre à jour et affiner les méthodes et les données utilisées pour les estimations. Dans ce cas, les *bonnes pratiques* consistent à recalculer des valeurs historiques d'émissions et d'absorptions (voir Section 5.6.3, Recalcul des données périodiques). Dans certains cas, en l'absence de certaines données historiques, il sera peut-être utile de les estimer à l'aide d'autres sources de données.

Pour une comptabilisation temporellement cohérente des superficies incluses dans l'inventaire des émissions/absorptions du carbone des sols, les données d'activités pour toutes les catégories d'utilisation des terres doivent être stratifiées par une définition commune des types de climat et de sol. Des terres faisant l'objet d'un changement d'affectation risquent d'être omises ou comptées deux fois en raison d'erreurs de comptabilisation dues à un manque de cohérence des définitions pour les types de climat et de sol des catégories d'utilisation des terres. Une définition cohérente de chaque système de gestion inclus dans l'inventaire est indispensable.

En raison de l'évolution des connaissances et de l'amélioration de la précision des estimations d'émissions pour les sols, on devra recalculer des inventaires antérieurs pour tenir compte des nouvelles données et/ou méthodes, afin que les données d'activités soient stratifiées par des définitions communes des types de forêts, pratiques de gestion et régimes de perturbations.

Bien souvent, il n'est pas possible de détecter les variations pour les sols forestiers sur une échelle temporelle de moins de dix ans, et une interpolation des mesures sera nécessaire pour obtenir des estimations annuelles des émissions et absorptions.

Les variations des types de forêts, pratiques de gestion et régimes de perturbations doivent être suivies pendant de longues périodes en fonction, par exemple, des échanges du carbone des sols ou de la durée des rotations forestières, suivies spécifiquement dans des calculs de modèles détaillés. L'absence de données historiques sur ces activités ou perturbations peut poser problème à ce sujet. Inévitablement, des données historiques (y compris pour les émissions de gaz sans CO₂ des superficies drainées et ré-humidifiées) seront moins précises que des données récentes, et certaines devront peut-être être reconstituées, à partir d'informations spécialisées, et documentées comme indiqué au Chapitre 5.

3.2.5 Notification et documentation

Les catégories décrites à la Section 3.2 peuvent être présentées dans les tableaux de notification de l'Appendice 3A.2. Les conditions générales pour la notification et la documentation sont présentées au Chapitre 5 du présent rapport et, en général, les *bonnes pratiques* consistent à archiver et documenter toutes les données et informations appliquées pour préparer l'inventaire national d'émissions/d'absorptions (chiffres, statistiques, sources d'hypothèses, méthodes de modélisation, analyse de l'incertitude, études de validation, méthodes d'inventaires, recherches expérimentales, mesures résultant d'études sur le terrain, protocoles associés et autres bases de données fondamentales). On indiquera l'extension de la définition des bassins, ainsi que les définitions pertinentes pour déterminer l'étendue des terres gérées incluses dans l'inventaire, en documentant l'application temporellement cohérente de ces définitions.

On devra également documenter l'exhaustivité, la cohérence des données des séries temporelles, les méthodes d'interpolation entre les échantillons, les méthodes d'interpolation entre les échantillons et les années, ainsi que les recalculs, la prévention du double comptage, et la mise en oeuvre des procédures AQ/CQ.

Lorsque les Parties choisissent des niveaux supérieurs, pour lesquels les méthodes de calculs et les données ne sont ni décrites dans les *Lignes directrices du GIEC* ni caractérisées par des méthodes plus détaillées, une documentation complémentaire devra être fournie pour expliquer l'emploi de méthodologies plus évoluées et plus exactes, de paramètres définis par pays, et de cartes et ensembles de données à résolution élevée. Mais à tous les niveaux, on devra expliquer les choix de méthodes, coefficients et données d'activités, afin de faciliter la reconstruction des estimations par des tiers indépendants. Cependant, l'inclusion de toute la documentation nécessaire dans le rapport d'inventaire national peut se révéler peu pratique et, par conséquent, l'inventaire devra inclure des résumés des méthodes utilisées et des références aux sources de données, pour que les estimations d'émissions soient transparentes et que l'on puisse retracer les étapes de leurs calculs.

La documentation est particulièrement importante lorsque la méthodologie, les méthodes de calculs et les données ne sont pas décrites dans les *Lignes directrices du GIEC*, comme dans le cas des niveaux supérieurs ou des méthodes plus sub-divisées. De plus, conformément aux *bonnes pratiques* on devra documenter :

Les facteurs d'émission : Les sources des facteurs d'émissions utilisés (valeurs par défaut spécifiques du GIEC ou autres) doivent être référencées. Dans le cas de l'utilisation de facteurs d'émissions spécifiques au pays ou à la région, et de nouvelles méthodes (autres que les méthodes par défaut du GIEC), la base scientifique de ces facteurs et des méthodes doit être complètement décrite et documentée. Ceci inclut la définition des paramètres utilisés et la description du processus de détermination de ces facteurs et méthodes, ainsi que la description des sources et de l'étendue des incertitudes. Les organismes chargés des inventaires utilisant des facteurs d'émissions spécifiques au pays devront expliquer le choix d'un facteur différent, décrire comment il a été obtenu, le comparer aux autres facteurs publiés, expliquer toute différence significative, et s'efforcer de réduire l'incertitude.

Données d'activités : Les sources de toutes les données d'activités, telles que les superficies, types et caractéristiques des sols, et couvert végétal, utilisées dans les calculs devront être fournies (citations complètes pour les bases de données statistiques à l'origine des données). Des références aux métadonnées pour les bases de données sont utiles, y compris une indication des dates et de la fréquence de la collecte de données, procédures d'échantillonnage, procédures analytiques utilisées pour déterminer les caractéristiques des sols et les variations minimales détectables du carbone organique, ainsi qu'une évaluation de l'exactitude et de la précision. Lorsque les données d'activités ne proviennent pas directement de bases de données, on devra indiquer l'information et les hypothèses utilisées, ainsi que l'évaluation de l'incertitude associée à ces données. Ceci est particulièrement important si on a utilisé une mise à l'échelle pour obtenir des estimations à grande échelle, auquel cas la description des procédures statistiques devra être complétée par l'incertitude associée.

Résultats de modèles : Si les organismes chargés des inventaires ont utilisé des données fournies par des modèles pour leur procédures d'estimations, les raisons à l'origine du choix et de l'utilisation des modèles devront être présentées. Conformément aux *bonnes pratiques*, on présentera des citations complètes de publications examinées par des tiers indépendants, décrivant le modèle et interprétant et validant les résultats de la modélisation. Les informations fournies devront être détaillées pour permettre l'évaluation de la validité du modèle, et devront présenter la méthode de modélisation générale, les hypothèses clés du modèle, les données entrées et obtenues, les valeurs des paramètres, les procédures de paramétrisation, les intervalles de confiance des données fournies par le modèle, et le résultat de toute analyse de la sensibilité effectuée à propos des données obtenues.

Analyse des émissions : Toute fluctuation interannuelle significative des émissions devra être expliquée. On devra distinguer entre les variations des niveaux d'activités et les variations des coefficients d'émission d'une année à l'autre, et documenter les raisons de ces variations. Les raisons de l'utilisation de facteurs d'émissions différents selon les années devront être expliquées et documentées.

Gaz à effet de serre sans CO₂ : La notification est basée sur trois grands principes, comme pour le CO₂, mais on veillera particulièrement à prévenir le double comptage ou les omissions pour l'agriculture et les terres forestières restant terres forestières et les conversions en terres forestières. Une grande clarté sera requise pour ce qui est de la couverture, entre les émissions estimées conformément aux recommandations du présent chapitre et l'utilisation des recommandations de l'Appendice 3A.2, Tableaux de notification et Feuilles de travail. Étant donné le niveau d'incertitude, une méthodologie et une notification plus transparentes peuvent contribuer à améliorer les connaissances scientifiques, et à faciliter l'examen de l'inventaire.

3.2.6 Assurance de la qualité/Contrôle de la qualité (AQ/CQ) des inventaires

En raison des caractéristiques du secteur UTCATF, les estimations d'émissions et d'absorptions de gaz à effet de serre des inventaires nationaux peuvent avoir différents niveaux d'exactitude, de précision et de biais. Les estimations sont également influencées par la qualité et la cohérence des données et de l'information disponibles dans un pays, ainsi que par les lacunes au niveau des connaissances ; de plus, selon le niveau méthodologique adopté par une Partie, les valeurs peuvent être affectés par diverses sources d'erreurs, telles que des erreurs d'échantillonnage, erreurs d'évaluation, erreurs de classification des images télédéteectées, ou erreurs de modélisation, qui peuvent se répercuter sur l'estimation totale.

Les *bonnes pratiques* consistent à effectuer des contrôles de la qualité à l'aide de procédures d'assurance de la qualité (AQ) et contrôle de la qualité (CQ), et d'examen des estimations par des experts. D'autres contrôles de la qualité sont indiqués dans les procédures de Niveau 2 au Chapitre 8, AQ/CQ, de *GPG2000* et au Chapitre 5.5 du présent rapport ; des procédures d'assurance de la qualité peuvent aussi être applicables, en particulier si on a utilisé des méthodes de niveaux supérieurs pour les estimations. Conformément aux *bonnes pratiques*, on complètera les AQ/CQ générales relatives au traitement et manipulation des données, et à la notification et documentation, par des procédures pour des catégories spécifiques aux sources examinées ci-dessous.

Les organismes chargés de collecter les données sont responsables de l'examen des méthodes de collecte des données, et doivent vérifier que les données sont collectées et groupées ou subdivisées correctement ; ils doivent également effectuer des contre-vérifications avec d'autres sources de données et des années précédentes pour s'assurer que les données sont réalistes, exhaustives et temporellement cohérentes. La base de ces estimations, qu'il s'agisse d'enquêtes statistiques ou d'estimations théoriques, doit être examinée et décrite dans le cadre du processus de contrôle de la qualité. La documentation est un élément crucial de l'examen car elle permet d'identifier les

erreurs et omissions et de suggérer des améliorations. La documentation et la transparence de la notification est particulièrement importante pour des catégories de sources à incertitude élevée et pour expliquer les divergences entre des facteurs spécifiques au pays et des facteurs par défaut ou des facteurs utilisés par d'autres pays. Les pays ayant des conditions (écologiques) similaires sont invités à collaborer pour améliorer les méthodes, les facteurs d'émissions et l'évaluation de l'incertitude.

VERIFICATION DES DONNEES D'ACTIVITES

L'organisme chargé de l'inventaire, devra, autant que possible, vérifier et comparer les données sur les superficies des terres gérées, à l'aide de sources indépendantes. Toute différence à propos des superficies devra être documentée à des fins d'examen. Les totaux des superficies des données d'activités devront être ajoutés pour toutes les catégories d'utilisation des terres pour vérifier que la superficie totale couverte par l'inventaire et sa stratification par types de climats et de sols reste constante dans le temps. On s'assure ainsi qu'il n'y a pas de superficies « créées » ou « perdues » dans le temps, ce qui serait une source d'erreur considérable pour l'inventaire. Lors de l'utilisation de données spécifiques au pays (données sur la biomasse sur pied, taux de croissance de la biomasse, fraction de carbone, facteurs d'expansion de la biomasse aérienne, consommation d'engrais synthétiques, estimations de consommation d'engrais synthétiques, etc.) l'organisme chargé de l'inventaire devra les comparer aux valeurs par défaut du GIEC ou à des valeurs établies à l'échelle internationale comme celles de la FAO et de l'International Fertilizer Industry Association (IFA), et noter les différences.

Les paramètres spécifiques au pays devront être de qualité élevée, de préférence des données expérimentales examinées par des tiers, et décrits et documentés correctement. Les organismes chargés des inventaires doivent veiller à ce que les méthodes conformes aux *bonnes pratiques* soient utilisées et les résultats examinés par des tiers. Les évaluations relatives à des superficies d'essais peuvent être utilisées pour valider la fiabilité des chiffres d'estimations.

L'organisme chargé de l'inventaire devra s'assurer que les procédures AQ/CQ dans la catégorie de source Agriculture ont été mises en œuvre et que l'excrétion d'azote, les émissions volatiles et le taux d'application pour les forêts sont conformes à la catégorie de source Agriculture et à la consommation totale d'engrais et de déchets organiques, pour prévenir le risque de double comptage.

L'organisme chargé de l'inventaire devra s'assurer que la totalité de la superficie des tourbières forestières drainées est prise en compte, et non pas uniquement le drainage récent pendant l'année d'estimation, et que le drainage répété d'une superficie donnée n'est pas considéré comme une nouvelle superficie.

EXAMEN INTERNE ET EXTERNE

Les processus d'examen décrits au Chapitre 5 devront être effectués par des experts, lesquels, de préférence, n'auront pas participé directement à la préparation de l'inventaire. L'organisme chargé de l'inventaire devra faire appel à des experts spécialistes des émissions et absorptions de GES dans le secteur UTCATF pour les examens par des tiers des méthodes et données utilisées. En raison de la complexité et de la spécificité des paramètres utilisés pour le calcul des facteurs spécifiques au pays pour certaines catégories, des spécialistes choisis dans ce domaine devront participer à ces examens. Si les facteurs des sols sont basés sur des mesures directes, l'organisme chargé de l'inventaire devra vérifier ces mesures pour s'assurer qu'elles sont représentatives de la plage réelle des conditions environnementales, de la gestion des sols, et de la variabilité climatique internationale, et sont en conformité avec des normes reconnues. Le protocole d'AQ/CQ mis en œuvre sur les sites doit être examiné et les estimations obtenues comparées entre les sites et par rapport à des estimations basées sur des valeurs par défaut.

3.3 TERRES CULTIVÉES

La présente section contient des *Recommandations en matière de bonnes pratiques* sur l'inventaire et la notification des émissions et absorptions de gaz à effet de serre sur les « Terres cultivées restant terres cultivées (CC) » et les « Terres converties en terres cultivées » (TC). Les terres cultivées incluent toutes les terres de cultures annuelles et vivaces ainsi que les terres en jachère temporaire (c'est-à-dire les terres laissées au repos pendant une ou plusieurs années avant d'être cultivées de nouveau). Les cultures annuelles peuvent inclure les cultures céréalières, cultures de graines oléagineuses, cultures légumières, cultures de plantes-racines et cultures fourragères. Les cultures vivaces peuvent inclure des arbres et arbustes, ainsi que des herbacées (agroforesterie, par exemple) ou des vergers, vignes et plantations de cacaoyers, caféiers, théiers, palmiers à huile, cocotiers, hévéas, et bananiers, sauf lorsque ces terres correspondent aux critères de classification des terres forestières.¹ Les terres arables normalement utilisées pour des cultures annuelles, mais utilisées temporairement pour des cultures fourragères ou des pâturages dans le cadre d'une rotation annuelle cultures-pâturages, entrent dans la catégorie des terres cultivées.

Les émissions et absorptions de carbone par les terres cultivées permanentes dépendent du type de cultures, des pratiques de gestion et des variables sol et climat. Ainsi, les cultures annuelles (cultures céréalières ou légumières, par exemple) sont récoltées chaque année, et il n'y a donc pas de stockage à long terme du carbone dans la biomasse. Par contre, la végétation ligneuse vivace des vergers, des vignes, et des systèmes agroforestiers peut stocker des quantités importantes de carbone dans la biomasse durable, selon l'espèce, la densité, les taux de croissance, et les modes de récoltes et d'émondage. Les stocks de carbone des sols peuvent être significatifs et peuvent varier en fonction des pratiques de gestion, y compris les types de cultures et la rotation, le travail du sol, le drainage, la gestion des résidus et les apports organiques.

La conversion d'autres types de terres en terres cultivées peut influencer sur les stocks de carbone et autres gaz à effet de serre de plusieurs façons. La conversion de terres forestières, prairies, et zones humides en terres cultivées entraîne généralement des émissions nettes du carbone de la biomasse et des sols dans l'atmosphère. Cependant, la conversion de terres à faible couverture végétale ou de terres soumises à de fortes perturbations (terres minées, par exemple) en terres cultivées peut entraîner une augmentation nette du carbone de la biomasse et des sols. Le terme conversion des terres s'applique uniquement aux terres passant d'un type d'utilisation à un autre. Lorsque des cultures vivaces existantes sont remplacées par des cultures semblables ou différentes, les terres continuent d'être des terres cultivées, et, par conséquent, les variations des stocks de carbone doivent être estimées à l'aide de la méthodologie recommandée pour les terres cultivées restant terres cultivées, comme décrit à la Section 3.3.1 ci-dessous.

Pour les terres cultivées restant terres cultivées, les émissions de méthane (CH₄) et d'oxyde d'azote (N₂O) résultant de la gestion des terres agricoles permanentes sont couvertes au Chapitre 4 du rapport du GIEC sur les *Recommandations en matière de bonnes pratiques et gestion des incertitudes dans les inventaires nationaux de gaz à effet de serre (GPG2000)*. Ce rapport contient des recommandations sur l'inventaire et la notification des émissions de N₂O dues aux conversions de terres en terres cultivées à la suite de l'oxydation des sols.

La présente section contient des recommandations sur l'emploi de méthodologies de base et améliorées pour l'inventaire et la notification des émissions et absorptions par les terres cultivées restant terres cultivées et les terres converties en terres cultivées pour les bassins de carbone de la biomasse et des sols. Ces méthodologies ont une structure à niveaux hiérarchiques dans laquelle les méthodes de Niveau 1 utilisent des valeurs par défaut, avec, généralement, sub-division limitée des données sur les superficies. Le Niveau 2 correspond à l'utilisation de coefficients spécifiques au pays, en général avec sub-division des superficies à une échelle plus fine, ce qui réduit l'incertitude des estimations d'émissions et d'absorptions. Le Niveau 3 fait appel à des méthodes spécifiques au pays, pouvant inclure des modèles de procédés et des mesures d'inventaires détaillées. Dans la mesure du possible, des valeurs par défaut provenant des *Lignes directrices du GIEC* sont mises à jour et de nouvelles valeurs par défaut, basées sur les conclusions des plus récentes recherches, sont fournies.

3.3.1 Terres cultivées restant terres cultivées

Les émissions et absorptions par les terres cultivées restant terres cultivées peuvent inclure deux sous-catégories d'émissions/d'absorptions de CO₂. L'Équation 3.3.1 récapitule les émissions ou absorptions nettes de carbone par les terres cultivées restant terres cultivées pour ces sous-catégories : les variations des stocks de carbone de la biomasse vivante (Section 3.3.1.1) et les variations des stocks de carbone des sols (3.3.1.2). Comme indiqué précédemment, les émissions de CH₄ et de N₂O sont couvertes au Chapitre Agriculture des *Lignes directrices du GIEC* et *GPG2000*. Le Tableau 3.3.1 résume les niveaux méthodologiques pour chacune des deux sous-catégories examinées ci-dessous.

¹ Comme décrit au Chapitre 2, Section 2.2 (Catégories de terres), le GIEC ne propose pas de définition unique pour la forêt ou les autres utilisations de terres. Les pays devront établir leur propre définition pour le rapport d'inventaire. Les *bonnes pratiques* consistent à utiliser des définitions claires dans le rapport d'inventaire (inclure les valeurs limites, par exemple pour le couvert arboré, la superficie terrestre, et la hauteur des arbres) et à s'assurer que la classification est cohérente pour tous les rapports d'inventaire et par rapport aux autres définitions d'utilisation des terres.

ÉQUATION 3.3.1
VARIATION ANNUELLE DES STOCKS DE CARBONE DES TERRES CULTIVÉES RESTANT TERRES CULTIVÉES

$$\Delta C_{CC} = \Delta C_{CC_{BV}} + \Delta C_{CC_{Sols}}$$

Où : ΔC_{CC} = variation annuelle des stocks de carbone des terres cultivées restant terres cultivées, tonnes C an⁻¹

$\Delta C_{CC_{BV}}$ = variation annuelle des stocks de carbone de la biomasse vivante, tonnes C an⁻¹

$\Delta C_{CC_{Sols}}$ = variation annuelle des stocks de carbone des sols, tonnes C an⁻¹

Pour convertir les tonnes C en Gg CO₂, multiplier la valeur par 44/12 et 10⁻³. Pour la convention (signes), se reporter à la Section 3.1.7 ou à l'Appendice 3A.2 (Tableaux de notification et Feuilles de travail).

TABLEAU 3.3.1			
DESCRIPTIONS DES NIVEAUX POUR LES SOUS-CATEGORIES DE LA CATEGORIE TERRES CULTIVÉES RESTANT TERRES CULTIVÉES			
Niveau	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3
Sous-Catégories			
Biomasse vivante (pour les cultures ligneuses vivaces)	Utiliser des coefficients par défaut pour les taux d'accumulation et de pertes du carbone. La superficie moyenne des cultures ligneuses vivaces est estimée par région climatique.	Utiliser au moins quelques valeurs spécifiques au pays pour les taux d'accumulation et de pertes du carbone. Utiliser des relevés annuels ou périodiques détaillés pour estimer la superficie des terres à cultures ligneuses vivaces, sub-divisée à des échelles correspondant aux taux spécifiques au pays. Envisager l'inclusion de la biomasse souterraine dans l'estimation, si des données sont disponibles. On peut utiliser une autre méthode de mesure ou d'estimation des stocks de carbone en deux points temporels, à la place du calcul des taux de variations des stocks de carbone.	Utiliser des estimations de superficies extrêmement subdivisées pour des catégories détaillées de cultures ligneuses vivaces (caféiers, vergers, systèmes de cultures intercalaires). Utiliser des taux spécifiques au pays ou des estimations des variations des stocks de carbone des systèmes de cultures ligneuses vivaces spécifiques. On peut utiliser une méthode spécifique au pays à une échelle spatiale fine (modélisation, mesures, etc.) à condition qu'elle donne une estimation plus exacte des variations des stocks de carbone.
Sols	Pour les variations du carbone des sols minéraux, utiliser des coefficients par défaut. Les superficies devront être stratifiées par type de climat et de sol. Pour les variations du carbone des sols organiques, utiliser des coefficients par défaut et stratifier les superficies par région climatique. Pour les émissions dues au chaulage, utiliser des facteurs d'émissions par défaut présentés dans les <i>Lignes directrices du GIEC</i> .	Pour les sols minéraux et organiques, utiliser des coefficients par défaut et/ou spécifiques au pays et des estimations de superficies à résolution spatiale de plus en plus fine. Pour les émissions dues au chaulage, utiliser des facteurs d'émissions différenciés par types de chaux.	Utiliser une méthode spécifique au pays à une échelle spatiale fine (modélisation, mesures, etc.)

3.3.1.1 VARIATIONS DES STOCKS DE CARBONE DE LA BIOMASSE VIVANTE

Le carbone peut être stocké dans la biomasse des terres cultivées à végétation ligneuse vivace, y compris, mais sans limitation, des monocultures de type plantations de caféiers, palmiers à huile, cocotiers et hévéas, vergers de fruits et noix, et des polycultures telles que les systèmes agroforestiers. La méthodologie de base pour l'estimation des variations de la biomasse ligneuse est décrite dans les *Lignes directrices du GIEC* à la Section 5.2.2 (Évolution du patrimoine forestier et des autres stocks de biomasse ligneuse) et à la Section 3.2.1.1 (Variations des stocks de carbone de la biomasse vivante) de la Section 3.2.1 (Terres forestières restant terres forestières) du présent rapport. La présente section examine en détail ces méthodologies pour l'estimation des variations des stocks de carbone de la biomasse vivante des terres cultivées restant terres cultivées.

3.3.1.1.1 QUESTIONS METHODOLOGIQUES

Les estimations des variations des stocks de carbone de la biomasse s'appliquent uniquement aux cultures ligneuses vivaces. Pour les cultures annuelles, on suppose que l'augmentation des stocks de biomasse pour une année donnée est égale aux pertes de biomasse dues aux récoltes et à la mortalité pour cette même année, et qu'il n'y a donc pas d'accumulation nette des stocks de carbone de la biomasse.

L'équation principale pour la variation totale des stocks de carbone de la biomasse vivante des cultures ligneuses vivaces des terres cultivées ($\Delta C_{CC_{BV}}$) est identique à l'Équation 3.2.2 à la Section 3.2.1 (Terres forestières restant terres forestières), la seule différence étant le fait que les estimations des variations des stocks de carbone s'appliquent uniquement à la biomasse aérienne, en raison de l'insuffisance des données sur la biomasse souterraine. Des valeurs par défaut pour les taux de croissance et de pertes figurent au Tableau 3.3.2.

Région climatique	Stocks de carbone de la biomasse aérienne à la récolte (tonnes C ha ⁻¹)	Cycle Récolte/ Maturité (années)	Taux d'accumulation de la biomasse (A) (tonnes C ha ⁻¹ an ⁻¹)	Pertes de carbone de la biomasse (P) (tonnes C ha ⁻¹)	Plage d'erreur ¹
Tempérée (tous les régimes hygrométriques)	63	30	2,1	63	± 75%
Tropicale, sèche	9	5	1,8	9	± 75%
Tropicale, humide	21	8	2,6	21	± 75%
Tropicale, pluvieuse	50	5	10,0	50	± 75%

Remarque : Les valeurs proviennent de l'étude et de la synthèse de la littérature publiées par Schroeder (1994).
¹ Représente une estimation d'erreur nominale, équivalente à deux fois l'écart type, en tant que pourcentage de la moyenne.

L'état actuel des connaissances ne permet pas de proposer une méthode de base avec paramètres par défaut pour l'estimation des variations des stocks de carbone des bassins de matière organique morte des terres cultivées restant terres cultivées.

3.3.1.1.1.1 Choix de la méthode

Pour l'estimation des variations du carbone de la biomasse des terres cultivées ($\Delta C_{CC_{BV}}$), deux méthodes sont possibles : (a) estimation des taux annuels de croissance et de pertes (Équation 3.2.2 dans la section sur les Terres forestières) ou (b) estimation des stocks de carbone pour deux points temporels (Équation 3.2.3 également à la section Terres forestières). La première méthode est décrite ci-dessous à titre de méthode de base de Niveau 1; on peut aussi l'utiliser aux Niveaux 2 ou 3 à condition de l'affiner comme indiqué ci-dessous. La deuxième méthode est utilisée aux Niveaux 2 ou 3.

Comme décrit de façon plus détaillée ci-dessous, le Niveau 1 est fondé sur des estimations de superficies globales pour des cultures ligneuses vivaces génériques, avec des taux d'accumulation et de pertes de carbone par défaut. Par contre, en général, au Niveau 2 les estimations s'appliqueront aux principaux types de cultures ligneuses par zones climatiques, avec, si possible, utilisation de taux d'accumulation et de pertes de carbone spécifiques au pays ou d'estimations spécifiques au pays des stocks de carbone pour deux points temporels. Une estimation de Niveau 3 utilisera une méthodologie de Niveau 2 extrêmement sub-divisée ou une méthode spécifique au pays intégrant la modélisation des processus et/ou des mesures détaillées. Tous les pays devront s'efforcer d'améliorer les méthodes d'inventaire et de notification en recherchant le niveau le plus élevé compte tenu des circonstances nationales. Les *bonnes pratiques* consistent à utiliser une méthodologie de Niveau 2 ou 3 si les émissions et absorptions de carbone des terres cultivées restant terres cultivées représentent une catégorie clé et si la biomasse vivante est considérée comme une sous-catégorie significative conformément aux critères présentés au Chapitre 5. Les pays devront utiliser le diagramme décisionnel à la Figure 3.1.1 qui facilitera le choix de la méthode.

Niveau 1 : La méthode de base consiste à multiplier la superficie des terres de cultures ligneuses vivaces par une estimation nette de l'accumulation de biomasse résultant de la croissance et à soustraire les pertes associées aux récoltes et autres éliminations (conformément à l'Équation 3.2.2. dans la section Terres forestières). L'estimation des pertes s'effectue en multipliant une valeur des stocks de carbone par la superficie de terres cultivées sur lesquelles des cultures ligneuses vivaces sont récoltées ou éliminées.

Ce niveau utilise les hypothèses par défaut suivantes : tout le carbone de la biomasse ligneuse vivace éliminée (Défrichage et plantation de cultures différentes) est émis pendant l'année de l'élimination ; et les cultures ligneuses vivaces accumulent du carbone pendant une durée correspondant à un cycle récoltes/maturité nominal. Cette dernière hypothèse signifie que les cultures ligneuses vivaces accumulent la biomasse pendant une période donnée jusqu'à ce qu'elles soient récoltées ou atteignent un stade d'équilibre où il n'y a plus d'accumulation nette du

carbone dans la biomasse en raison du ralentissement du taux de croissance et de l'annulation des gains incrémentaux dus à la croissance par les pertes résultant de la mortalité naturelle, de l'émondage et d'autres pertes.

Au Niveau 1, des facteurs par défaut, examinés plus longuement à la Section 3.3.1.1.2 et au Tableau 3.3.2, sont appliqués à des estimations nationales de superficies terrestres (S dans l'Équation 3.2.4 à la section Terres forestières).

Exemple 1 : Pendant l'année d'inventaire, 90 000 hectares de cultures ligneuses vivaces sont cultivés dans un environnement tropical humide, et 10 000 ha sont supprimés. La superficie de cultures ligneuses vivaces immatures accumule le carbone au taux approximatif de 2,6 tonnes de C ha⁻¹ an⁻¹. La superficie récoltée perd tout le carbone des stocks de la biomasse pendant l'année de l'élimination. Les valeurs par défaut des pertes de carbone des terres à cultures ligneuses vivaces dans un environnement tropical humide sont de 21 tonnes C ha⁻¹ an⁻¹. L'Équation 3.2.2 permet de calculer une accumulation annuelle de 234 000 tonnes de C et des pertes annuelles de 210 000 tonnes de C. La variation nette des stocks de carbone dans l'environnement tropical humide est de 24 000 tonnes de C an⁻¹.

Niveau 2 : On a le choix entre deux méthodes, lesquelles, en principe, doivent donner les mêmes résultats :

- Extension de la méthodologie de Niveau 1 à l'aide d'estimations de superficies plus sub-divisées (par types de cultures ligneuses vivaces spécifiques et régions climatiques détaillées) et, au moins, de certaines données spécifiques au pays sur l'accumulation de carbone et les récoltes applicables à la même échelle. Les pays devront s'attacher en priorité à établir des paramètres spécifiques au pays en étudiant particulièrement les cultures ligneuses vivaces les plus courantes ou les systèmes présentant des niveaux relativement élevés de biomasse ligneuse vivace par unité terrestre (c'est-à-dire des stocks de carbone importants). Des recommandations sur l'établissement de paramètres spécifiques au pays figurent à la Section 3.3.1.1.2 ; ou,
- Estimation des stocks de carbone totaux des cultures ligneuses vivaces à intervalles temporels réguliers (à l'aide de l'Équation 3.2.3 de la section Terres forestières).

Niveau 3 : A ce niveau les méthodes sont soit des méthodes de Niveau 2 très sub-divisées, paramétrées avec des valeurs des stocks de carbone et des variations de ces stocks spécifiques au pays, soit des méthodes spécifiques au pays, telles que l'utilisation de modèles ou de mesures répétées des stocks obtenues, par exemple, à partir d'inventaires forestiers détaillés (voir Section 3.2.1.1.1). On peut utiliser, par exemple, des modèles de croissance spécifiques aux espèces et correctement validés, et des données détaillées sur les pratiques de récoltes et d'émondage pour estimer les taux de croissance annuels (voir Équation 3.2.2). Cette méthode exigera des données sur les superficies des cultures de biomasse ligneuse par espèce et par âge, ainsi que des données sur le climat, le sol et autres facteurs limitant la croissance pour des superficies spécifiques. On peut aussi estimer les variations des stocks à partir d'estimations des stocks obtenues par échantillonnage périodique (et emploi de modèles associés), semblables à celles utilisées dans des inventaires forestiers détaillés, comme à l'Équation 3.2.3.

3.3.1.1.2 Choix des facteurs d'émissions/d'absorptions

Les facteurs d'émissions/d'absorptions pour cette méthodologie incluent les taux d'accumulation (A) et de pertes (P) de biomasse. Le Tableau 3.3.2 contient des valeurs par défaut pour A et P pour quatre régions climatiques générales, basées sur un examen publié de recherches sur les stocks de carbone des systèmes agroforestiers (Schroeder, 1994). D'autres données du Tableau 3.3.2 soulignent les hypothèses sous-jacentes des données par défaut (durée jusqu'à la récolte/maturité) et expliquent comment les valeurs par défaut ont été obtenues. On obtient le taux de croissance annuel (A) par défaut en divisant les stocks de biomasse à maturité par l'intervalle temporel entre l'établissement de la culture et la récolte/maturité. Le taux de pertes annuel par défaut est égal aux stocks de biomasse à la récolte (avec supposition d'une élimination complète pendant l'année étudiée). Pour un pays individuel, ces valeurs par défaut sont extrêmement incertaines car elles représentent des systèmes de cultures de biomasse ligneuse vivace génériques pour de grandes régions climatiques. Les cultures ligneuses varient considérablement pour ce qui est de leur utilisation, croissance et récolte, et le niveau d'association avec d'autres cultures non ligneuses ; par conséquent, l'application de facteurs par défaut simples ne permettra d'obtenir que des approximations grossières des variations du carbone.

Au Niveau 2, on peut estimer les stocks de biomasse, cycles de récoltes et taux d'accumulation du carbone à partir de résultats de recherches spécifiques au pays ou à la région ou sur les cultures ligneuses vivaces effectuées par des experts nationaux. Les cultures ligneuses varient considérablement, depuis des espèces récoltées annuellement utilisées comme engrais vert et bois de feu, jusqu'à des cultures ligneuses vivaces à long terme (vergers, etc.). Lors de l'estimation des taux d'accumulation de la biomasse, il est important de reconnaître que les augmentations nettes des stocks de biomasse se produiront principalement pendant les premières années après la plantation ou régénération des cultures ligneuses. Même si certaines cultures à long terme peuvent ne pas être soumises à un cycle régulier de récolte/nouvelle plantation, les pertes dues à l'émondage et au remplacement des arbres équilibreront probablement la croissance, et, par conséquent, les augmentations nettes des stocks de biomasse pour les cultures matures seront pratiquement nulles. Au plan national, des augmentations nettes des stocks de carbone de la biomasse se produiront principalement là où la superficie des terres de cultures ligneuses augmente par rapport aux autres utilisations des terres ayant des stocks de carbone inférieurs, ou lorsque la superficie des terres où la biomasse est éliminée est inférieure à la moyenne correspondant à la fréquence normale des récoltes (dans le cas,

par exemple, de terres où les cultures dominantes sont des cultures ligneuses jeunes, récemment établies). De même, les pertes nettes de biomasse au plan national se produiront lors du remplacement de cultures ligneuses par d'autres cultures annuelles ou s'il y a augmentation de la fréquence des récoltes des cultures ligneuses.

Pour améliorer les estimations de l'accumulation du carbone de la biomasse ligneuse vivace, les pays peuvent effectuer des recherches sur le terrain pour mesurer le taux de variation ou d'accumulation des stocks de carbone. Ces recherches devront s'appuyer sur des principes scientifiques reconnus et utiliser les méthodes générales établies par d'autres études similaires (Dixon *et al.*, 1993 ; Schroeder, 1994 ; Schroth *et al.*, 2002 ; et Masera *et al.*, 2003). On comparera les résultats des recherches sur le terrain à des estimations des taux d'accumulation du carbone provenant d'autres sources afin de s'assurer qu'ils se situent dans les plages documentées. Les estimations des taux d'accumulation du carbone présentées dans l'inventaire peuvent être modifiées à partir de données supplémentaires et opinions d'experts, à condition que ceci soit clairement expliqué et documenté.

3.3.1.1.1.3 Choix des données d'activités

Dans la présente section, les données d'activités sont les estimations des superficies terrestres (S_C , S_P) de matériel sur pied et de cultures ligneuses vivaces récoltées. Le Chapitre 2 contient des recommandations générales sur l'estimation et le classement des superficies par catégories d'utilisation des terres. Pour l'estimation des émissions et absorptions par cette source, les pays doivent obtenir des estimations de superficies pour les terres à cultures ligneuses vivaces, sub-divisées selon les besoins pour correspondre aux facteurs d'émissions et autres paramètres disponibles.

Niveau 1 : A ce niveau, on utilise des relevés annuels ou périodiques, associés aux méthodes décrites au Chapitre 2, pour estimer la superficie annuelle moyenne des cultures ligneuses vivaces établies et la superficie annuelle moyenne des cultures ligneuses vivaces récoltées ou éliminées. Ces estimations sont ensuite sub-divisées par régions climatiques générales pour correspondre aux valeurs par défaut pour l'accumulation et les pertes. Les calculs pour l'estimation de la superficie des terres de cultures ligneuses vivaces peuvent s'appuyer sur des statistiques internationales, telles que les bases de données de la FAO, sur les *Lignes directrices du GIEC* et sur d'autres sources.

Niveau 2 : A ce niveau, on utilise des relevés annuels ou périodiques plus détaillés pour estimer les superficies des terres de cultures ligneuses vivaces de catégories différentes. Les superficies sont sub-divisées par catégories pertinentes de façon à ce que toutes les grandes combinaisons de types de cultures ligneuses vivaces et régions climatiques soient représentées, avec des estimations de superficies pour chacune d'elles. Ces estimations de superficies doivent correspondre aux valeurs d'accumulation et de pertes de carbone spécifiques au pays établies pour la méthodologie de Niveau 2. Les pays qui ne disposent que de données à résolution fine et spécifiques au pays partielles, sont invités à extrapoler les données à la totalité de la base terrestre de cultures ligneuses vivaces à partir d'hypothèses appropriées scientifiquement prouvées.

Niveau 3 : Le Niveau 3 fait appel à des données d'activités à haute résolution, sub-divisées au niveau national à des échelles fines. Comme pour le Niveau 2, les superficies sont classées par types de cultures ligneuses vivaces par grandes catégories de climat et de sol et autres variables régionales potentiellement importantes (structures régionales des pratiques de gestion, par exemple). Dans la mesure du possible, on utilise des estimations des superficies spatialement explicites pour faciliter la couverture complète des cultures ligneuses vivaces et pour s'assurer qu'il n'y a ni surestimation ni sous-estimation des superficies. De plus, des estimations de superficies spatialement explicites peuvent être associées à des taux d'accumulation et de pertes de carbone régionalement pertinents, et aux impacts de la régénération et de la gestion, ce qui améliore l'exactitude des estimations.

3.3.1.1.1.4 Évaluation de l'incertitude

On trouvera ci-dessous des recommandations sur des méthodes d'estimation de l'incertitude associée à chaque niveau méthodologique décrit à la Section 3.3.1.1.1.1.

Niveau 1 : Les sources d'incertitude à ce niveau incluent le degré d'exactitude des estimations des superficies et des valeurs par défaut des taux d'accumulation et de pertes de carbone. Les données par défaut figurant à la Section 3.3.1.1.1.2 proviennent d'une compilation d'études publiées sur les stocks de carbone des systèmes agro-forestiers (Schroeder, 1994). Les valeurs par défaut ont été obtenues à l'aide d'un grand nombre d'études, mais leurs plages d'incertitude associée n'étaient pas précisées dans les documents publiés. On a donc attribué une incertitude par défaut de ± 75 pour cent de la valeur du paramètre, basée sur l'opinion d'experts. On peut utiliser cette information avec une mesure d'incertitude des estimations de superficies figurant au Chapitre 2 du présent rapport pour évaluer l'incertitude des estimations d'émissions et d'absorptions de carbone de la biomasse des terres cultivées, au Niveau 1, pour l'analyse de l'incertitude décrite au Chapitre 5.2 (Identification et quantification des incertitudes).

Niveau 2 : La méthodologie de Niveau 2 réduit l'incertitude générale, étant donné que des taux spécifiques au pays devraient donner des estimations plus précises de l'accumulation et des pertes de carbone pour les cultures et les régions climatiques dans les limites territoriales nationales. Les *bonnes pratiques* consistent à calculer les estimations d'erreur (écarts types, erreurs type, ou plages d'erreurs) pour des taux d'accumulation de carbone spécifiques au pays et à utiliser ces variables dans une évaluation de base de l'incertitude. Les pays devront évaluer des plages d'erreur pour des coefficients spécifiques au pays et les comparer à celles des coefficients par défaut d'accumulation de carbone. Si les taux spécifiques au pays ont des plages d'erreur égales ou supérieures à celles des

valeurs par défaut, conformément aux *bonnes pratiques*, on utilisera une méthodologie de Niveau 1, en améliorant les taux spécifiques par des mesures sur le terrain.

A ce niveau, on peut aussi utiliser des données d'activités à résolution plus fine, telles que des estimations de superficies pour des régions climatiques particulières ou pour des systèmes de cultures spécifiques dans les limites territoriales nationales. Ces données plus fines diminueront l'incertitude si elles sont associées aux facteurs d'accumulation du carbone définis pour ces bases terrestres à échelles plus fines (lorsqu'on multiplie une superficie de plantations de caféiers par un coefficient pour plantations de caféiers, et non par une valeur par défaut générale pour l'agroforesterie, par exemple).

Niveau 3 : Ce niveau permettra d'obtenir le niveau de certitude le plus élevé. Les bonnes pratiques consistent à calculer des écarts types, erreurs types ou plages d'erreurs pour tous les taux d'accumulation et de pertes de biomasse spécifiques au pays. De même, on évaluera l'erreur de mesures des estimations des superficies terrestres pour chaque catégorie de base terrestre. Les pays sont invités à envisager l'établissement de fonctions de densité de probabilité pour des paramètres de modèles utilisés dans les analyses Monte Carlo.

3.3.1.2 VARIATIONS DES STOCKS DE CARBONE DES SOLS

3.3.1.2.1 QUESTIONS MÉTHODOLOGIQUES

Les *Lignes directrices du GIEC* décrivent des méthodes d'estimation des émissions et absorptions de CO₂ par les sols résultant de l'utilisation des terres et de la gestion (Section 5.3) applicables à toutes les terres, y compris aux terres cultivées. La méthodologie examine les variations des stocks de carbone organique (émissions ou absorptions de CO₂) des sols minéraux, les émissions de CO₂ par les sols organiques (sols tourbeux) et les émissions de CO₂ résultant du chaulage des sols agricoles.

Dans les *Lignes directrices du GIEC*, les stocks de carbone sont mesurés à une profondeur par défaut de 30 cm et n'incluent pas le carbone des résidus superficiels (matière organique morte) ou les variations du carbone inorganique (carbonates). Sur la plupart des sols des terres cultivées, les résidus superficiels sont absents (en raison de leur incorporation au cours du travail du sol) ou constituent un stock peu important. Aux niveaux méthodologiques supérieurs, on peut utiliser d'autres profondeurs, mais à tous les niveaux, la profondeur doit être temporellement cohérente.

L'Équation récapitulative 3.3.2 ci-dessous est utilisée pour l'estimation de la variation des stocks de carbone organique des sols :

<p>ÉQUATION 3.3.2</p> <p>VARIATION ANNUELLE DES STOCKS DE CARBONE DES SOLS DES TERRES CULTIVÉES RESTANT</p> <p>TERRES CULTIVÉES</p> $\Delta C_{CC_{Sols}} = \Delta C_{CC_{Minéraux}} - \Delta C_{CC_{Organiques}} - \Delta C_{CC_{Chaulage}}$

Où : $\Delta C_{CC_{Sols}}$ = variation annuelle des stocks de carbone des sols des terres cultivées restant terres cultivées, tonnes C an⁻¹

$\Delta C_{CC_{Minéraux}}$ = variation annuelle des stocks de carbone des sols minéraux, tonnes C an⁻¹

$\Delta C_{CC_{Organiques}}$ = émissions annuelles de carbone par les sols organiques cultivés (estimées en tant que flux annuel net), tonnes C an⁻¹

$\Delta C_{CC_{Chaulage}}$ = émissions annuelles de carbone résultant du chaulage agricole, tonnes C an⁻¹

Aux Niveaux 1 et 2, on supposera que les variations du carbone de la matière organique morte et du carbone inorganique sont nulles. Si la matière organique morte est incluse dans une méthode de Niveau 3, les mesures devront être basées sur les quantités minimales présentes pendant un cycle annuel, afin de ne pas inclure de nouveaux résidus post-récoltes qui constituent un bassin de matière organique transitoire. Le choix du niveau approprié dépendra 1) du type et du niveau de détail des données d'activités sur la gestion agricole et l'évolution de la gestion, 2) de l'existence de données pertinentes pour estimer les stocks de carbone de base, les variations des stocks, et les facteurs d'émission, 3) de l'existence d'inventaires nationaux spécifiques aux sols.

Tous les pays devront s'efforcer d'améliorer les méthodes d'inventaire et de notification en recherchant le niveau le plus élevé compte tenu des circonstances nationales. Les *bonnes pratiques* consistent à utiliser une méthodologie de Niveau 2 ou 3 si les émissions et absorptions de carbone sur les terres cultivées restant terres cultivées représentent une catégorie clé et si les matières organiques des sols sont considérées comme une sous-catégorie significative conformément aux critères présentés au Chapitre 5. Les pays devront utiliser le diagramme décisionnel à la Figure 3.1.1 qui facilitera le choix de la méthode.

3.3.1.2.1.1 Choix de la méthode

La méthode d'estimation des variations des stocks de carbone des sols minéraux est différente de celle utilisée pour les sols organiques. Les pays peuvent aussi utiliser différents niveaux pour les estimations des composants individuels de cette sous-catégorie, selon les ressources disponibles. Les sols minéraux, sols organiques et émissions imputables au chaulage sont examinés séparément ci-après.

Sols minéraux

La méthode d'estimation pour les sols minéraux est basée sur les variations des stocks de carbone des sols pour une période donnée suite à des changements de gestion influant sur le carbone des sols, comme indiqué dans l'Équation 3.3.3. Les stocks de carbone antérieurs ($COS_{(0-T)}$) et les stocks de carbone pour l'année d'inventaire (COS_0) pour la superficie d'un système de terres cultivées de l'inventaire sont estimés à partir des stocks de carbone de référence (Tableau 3.3.3) et des facteurs de variations des stocks (Tableau 3.3.4), appliqués aux points temporels respectifs. Dans le cas présent, un système de terres cultivées représente une combinaison de climat, sol et gestion spécifique. Les taux annuels d'émissions (source) ou d'absorptions (puits) sont la différence des stocks (dans le temps) divisée par la période d'inventaire. La période par défaut est de vingt ans.

ÉQUATION 3.3.3
VARIATION ANNUELLE DES STOCKS DE CARBONE DES SOLS MINÉRAUX POUR UN SYSTÈME DE TERRES CULTIVÉES

$$\Delta C_{CC_{\text{Minéraux}}} = [(COS_0 - COS_{(0-T)}) \bullet S] / T$$

$$COS = COS_{\text{REF}} \bullet F_{\text{UT}} \bullet FR_{\text{RG}} \bullet F_A$$

Où : $\Delta C_{CC_{\text{Minéraux}}}$ = variation annuelle des stocks de carbone des sols minéraux, tonnes C an⁻¹

COS_0 = stocks de carbone organique des sols pour l'année d'inventaire, tonnes C ha⁻¹

$COS_{(0-T)}$ = stocks de carbone organique des sols T années avant l'inventaire, tonnes C ha⁻¹

T = période d'inventaire, années (défaut = 20 ans)

S = superficie terrestre de chaque parcelle, ha

COS_{REF} = stocks de carbone de référence, tonnes C ha⁻¹; voir Tableau 3.3.3

F_{UT} = facteur de variation des stocks pour le type d'utilisation des terres ou de changement d'affectation des terres, adimensionnel ; voir Tableau 3.3.4

FR_{RG} = facteur de variation des stocks pour le régime de gestion, adimensionnel ; voir Tableau 3.3.4

F_A = facteur de variation des stocks pour les apports de matière organique, adimensionnel ; voir Tableau 3.3.4

Les facteurs fournis pour les types d'utilisation des terres et la gestion sont définis très généralement et incluent : 1) un facteur pour l'utilisation des terres (F_{UT}) qui reflète les variations des stocks de carbone associées au type d'utilisation des terres, 2) un facteur de régime de gestion (FR_{RG}) qui, pour des terres cultivées permanentes, représente des types de travail du sol et 3) un facteur d'apports (F_A) représentant différents niveaux d'apports de carbone dans les sols. Pour les terres cultivées, F_{UT} décrit des stocks de carbone de base pour des terres cultivées à long terme, des cultures de riz paddy et pour des terres mises en réserve temporairement, par rapport aux stocks de carbone des sols naturels (non cultivés). Si les terres étaient dans une autre catégorie d'utilisation des terres (Terres forestières, Pâturages, etc.) au début de la période d'inventaire, on suivra les recommandations de la Section 3.3.2, Terres converties en terres cultivées.

Les calculs pour l'estimation de COS_0 et $COS_{(0-T)}$ et des variations nettes des stocks de carbone des sols par ha s'effectueront comme suit :

Étape 1 : Choisir la valeur des stocks de carbone de référence (COS_{REF}), basée sur le type de climat et de sol, pour chaque superficie inventoriée.

Étape 2 : Choisir le type d'utilisation des terres cultivées (cultures à long terme, cultures de riz paddy, terres mises en réserve) existant au début de la période d'inventaire (vingt ans plus tôt, par exemple), ainsi que le travail du sol (FR_{RG}) et les niveaux d'apports de carbone (F_A). Ces facteurs, multipliés par les stocks de carbone de référence, donnent l'estimation des stocks de carbone « initiaux » ($COS_{(0-T)}$) pour la période d'inventaire.

Étape 3 : Calculer COS_0 en répétant l'étape 2 et en utilisant les mêmes stocks de carbone de référence (COS_{REF}), mais avec des facteurs d'utilisation des terres, de régime de gestion et d'apports représentatifs des conditions pour l'année d'inventaire (année actuelle).

Étape 4 : Calculer la variation annuelle des stocks de carbone des sols pour la superficie pour la période d'inventaire ($\Delta C_{CC_{\text{Minéraux}}}$).

Exemple: Pour un Mollisol dans un climat humide tempéré chaud, COS_{REF} est 88 tonnes C ha⁻¹. Sur une superficie de terres faisant l'objet de cultures annuelles à long terme, précédemment gérées avec travail du sol intensif et faibles apports de carbone, les stocks de carbone au début de la période d'inventaire sont : $(COS_{REF} \bullet F_{UT} \bullet F_{RG} \bullet F_{A,}) = 88 \text{ tonnes C ha}^{-1} \bullet 0,71 \bullet 1 \bullet 0,91 = 56,9 \text{ tonnes C ha}^{-1}$. Avec la gestion actuelle de cultures annuelles sans travail du sol et apports moyens de carbone, les stocks de carbone sont : $88 \text{ tonnes C ha}^{-1} \bullet 0,71 \bullet 1,16 \bullet 1 = 72,5 \text{ tonnes C ha}^{-1}$. La variation annuelle moyenne des stocks de carbone des sols pour la superficie pour la période d'inventaire est donc : $(72,5 \text{ tonnes C ha}^{-1} - 56,9 \text{ tonnes C ha}^{-1}) / 20 \text{ ans} = 0,78 \text{ tonnes C ha}^{-1} \text{ an}^{-1}$.

TABLEAU 3.3.3
VALEURS DE REFERENCE PAR DEFAUT (SOUS VEGETATION NATURELLE) POUR LES STOCKS DE CARBONE ORGANIQUE DES SOLS (COS_{REF}) (TONNES C PAR HA A UNE PROFONDEUR ENTRE 0 ET 30 CM)

Région	Sols ATA ¹	Sols APA ²	Sols sablonneux ³	Sols spodiques ⁴	Sols volcaniques ⁵	Sols des zones humides ⁶
Boréale	68	S/O	10 [#]	117	20 [#]	146
Froide tempérée, sèche	50	33	34	S/O	20 [#]	87
Froide tempérée, humide	95	85	71	115	130	
Chaude tempérée, sèche	38	24	19	S/O	70 [#]	88
Chaude tempérée, humide	88	63	34	S/O	80	
Tropicale, sèche	38	35	31	S/O	50 [#]	86
Tropicale, humide	65	47	39	S/O	70 [#]	
Tropicale, pluvieuse	44	60	66	S/O	130 [#]	

Les données sont obtenues à partir de bases de données sur les sols décrites par Jobbagy et Jackson (2000) et Bernoux *et al.* (2002). Les stocks moyens sont indiqués. On suppose une estimation d'erreur par défaut de 95 pour cent (exprimée comme 2 fois les écarts type en tant que pourcentage de la moyenne) pour les types de sols et de climat. S/O (Sans Objet) indique l'absence de ces sols, en général, dans certaines zones climatiques.

indique l'absence de données disponibles et l'utilisation des valeurs par défaut des *Lignes directrices du GIEC*.

¹ Les sols argileux très actifs (ATA) sont des sols légèrement à modérément altérés par les éléments et contenant principalement des minéraux argileux silicatés de type 2/1 (la nomenclature de la Base de référence mondiale pour les ressources en sols (WRB) inclut les Leptosols, Vertisols, Kastanozems, Chernozems, Phaeozems, Luvisols, Alisols, Albeluvisols, Solonetz, Calcisols, Gypsisols, Umbrisols, Cambisols, Regosols ; la nomenclature USDA inclut les Mollisols, Vertisols, Alfisols à saturation en base élevée, Aridisols, et Inceptisols).

² Les sols argileux peu actifs (APA) sont des sols extrêmement altérés par les éléments et contenant principalement des minéraux argileux de type 1/1 et des oxydes de fer et d'aluminium amorphes (la nomenclature de la Base de référence mondiale pour les ressources en sols (WRB) inclut les Acrisols, Lixisols, Nitosols, Ferrasols, et Durisols ; la nomenclature USDA inclut les Ultisols, Oxisols, et Alfisols acidiques).

³ Inclut tous les sols (quelle que soit la nomenclature) ayant > 70 pour cent de sable et < 8 pour cent d'argile, basé sur des analyses texturales types (la nomenclature de la Base de référence mondiale pour les ressources en sols (WRB) inclut les Arénosols ; la nomenclature USDA inclut les Psamments).

⁴ Sols présentant une forte podzolisation (la nomenclature de la Base de référence mondiale pour les ressources en sols (WRB) inclut les Podzols ; la nomenclature USDA inclut les Spodosols).

⁵ Sols dérivés de cendres volcaniques avec minéralogie alophanique (Andosols dans la nomenclature de la Base de référence mondiale pour les ressources en sols (WRB) ; Andisols dans la nomenclature USDA).

⁶ Sols à drainage limité entraînant des inondations périodiques et des conditions anaérobies (Gleysols dans la nomenclature de la Base de référence mondiale pour les ressources en sols (WRB) ; sous-ordres aquiques dans la nomenclature USDA).

TABEAU 3.3.4
FACTEURS DE VARIATION DES STOCKS RELATIFS (F_{UT}, F_{RG}, ET F_A) (SUR 20 ANS) POUR DIFFÉRENTES ACTIVITÉS DE GESTION SUR DES TERRES CULTIVÉES [VOIR SECTION 3.3.7 POUR LES MÉTHODES ET SOURCES DE DONNÉES UTILISÉES POUR LE CALCUL DES FACTEURS]

Type de facteur	Niveau	Régime de température	Valeur par défaut GIEC	Régime hygrométrique ¹	Valeur par défaut revue GPG	Erreur ^{2,3}	Description
Utilisation des terres (F _{UT})	Cultures à long terme	Tempéré	0,7, 0,6 ⁴	Sec	0,82	± 10%	Représente une superficie gérée continuellement pendant >20 ans, avec cultures annuelles prédominantes. Application des facteurs d'apports et de travail du sol pour l'estimation des variations des stocks de carbone. Le facteur d'utilisation des terres a été estimé en fonction d'un travail du sol total et d'apports de carbone nominaux (« moyens »).
				Pluvieux	0,71	± 12%	
		Tropical	0,6, 0,5	Sec	0,69	± 38%	
				Pluvieux	0,58	± 42%	
Utilisation des terres (F _{UT})	Riz paddy	Tempéré et Tropical	1,1	Sec et Pluvieux	1,1	± 90%	Cultures annuelles à long terme (> 20 ans) sur zones humides (riz paddy). Peuvent inclure des doubles cultures avec des cultures non inondées. Pour le riz paddy, les facteurs de travail du sol et d'apports ne sont pas utilisés.
Utilisation des terres (F _{UT})	Mise en réserve (< 20 ans)	Tempéré et Tropical	0,8	Sec	0,93	± 10%	Représente une mise en réserve temporaire de terres de cultures annuelles (réserve de terres sous conservation) ou d'autres terres cultivées inutilisées, avec restauration d'un couvert végétal d'herbacées vivaces.
				Pluvieux	0,82	± 18%	
Travail du sol (F _{RG})	Total	Tempéré	1,0	Sec et Pluvieux	1,0	S/O	Perturbation des sols importante avec retournement complet et/ou travail du sol fréquent (pendant l'année). A la plantation, une petite partie (<30%, par ex.) de la surface est couverte de résidus.
		Tropical	0,9, 0,8	Sec et Pluvieux	1,0	S/O	
Travail du sol (F _{RG})	Réduit	Tempéré	1,05	Sec	1,03	± 6%	Travail du sol principal et/ou secondaire, mais avec perturbation du sol plus faible (en général, peu profond et sans retournement complet). En général, à la plantation, >30% de la surface est couverte de résidus.
				Pluvieux	1,09	± 6%	
		Tropical	1,0	Sec	1,10	± 10%	
				Pluvieux	1,16	± 8%	
Travail du sol (F _{RG})	Aucun	Tempéré	1,1	Sec	1,10	± 6%	Ensemencement direct sans travail du sol principal, avec perturbation du sol minimale dans la zone d'ensemencement. En général, des herbicides sont utilisés pour le désherbage.
				Pluvieux	1,16	± 4%	
		Tropical	1,1	Sec	1,17	± 8%	
				Pluvieux	1,23	± 8%	
Apports (F _A)	Faibles	Tempéré	0,9	Sec	0,92	± 4%	Faible retour des résidus en raison de l'élimination des résidus (par collecte ou brûlage), fréquentes jachères nues ou production de cultures à faibles résidus (légumes, tabac, coton, etc.).
				Pluvieux	0,91	± 8%	
		Tropical	0,8	Sec	0,92	± 4%	
				Pluvieux	0,91	± 4%	
Apports (F _A)	Moyens	Tempéré	1,0	Sec et Pluvieux	1,0	S/O	Représente des cultures annuelles avec céréales dans lesquelles tous les résidus de cultures retournent aux champs. Si les résidus sont éliminés, on ajoute des matières organiques supplémentaires (fumier, etc.)
		Tropical	0,9	Sec et Pluvieux	1,0	S/O	
Apports (F _A)	Élevés – sans fumier	Tempéré et Tropical	1,1	Sec	1,07	± 10%	Représente un niveau de résidus de cultures beaucoup plus élevé en raison de la nature des cultures, de l'emploi d'engrais vert, de cultures de couvertures, de jachère avec végétation améliorée, d'utilisation fréquente d'herbacées vivaces dans les rotations annuelles des cultures, mais sans application de fumier (voir ci-dessus)
				Pluvieux	1,11	± 10%	
Apports (F _A)	Élevés – avec fumier	Tempéré et Tropical	1,2	Sec	1,34	± 12%	Représente un apport élevé de résidus de cultures, ainsi qu'un apport régulier de fumier (voir ci-dessus).
				Pluvieux	1,38	± 8%	

¹ Dans la mesure des données disponibles, on a calculé des valeurs séparées pour les régimes de température tempérés et tropicaux et les régimes hygrométriques secs et pluvieux. Les zones tempérées et tropicales correspondent à celles définies dans l'introduction du Chapitre 3 (3.1) ; les régimes hydrographiques pluvieux correspondent aux zones humides et pluvieuses combinées dans les tropiques et régions tempérées des zones pluvieuses (voir Figure 3.1.3) ; la zone sèche est la même que celle définie à la Figure 3.1.3.

² ± deux écarts types, exprimés en tant que pourcentage de la moyenne ; dans le cas d'études insuffisantes pour une analyse statistique, on a utilisé une valeur par défaut, calculée à partir d'un jugement d'expert, de ± 50 %. S/O signifie « Sans Objet », lorsque les valeurs des facteurs sont des valeurs de référence définies.

³ Cette plage d'erreur n'inclut pas les erreurs systématiques potentielles dues à de petits échantillons qui peuvent ne pas être représentatifs de l'impact réel pour toutes les régions du monde.

⁴ La deuxième valeur s'applique à la catégorie des sols aquiques telle qu'elle est définie dans les *Lignes directrices du GIEC*. Aucune différence significative n'a été constatée pour des types de sols différents dans les estimations présentées ici pour les *Recommandations en matière de bonnes pratiques*.

Niveau 1: A ce niveau, on utilise des valeurs par défaut pour les stocks de carbone de référence et pour les facteurs de variations (comme indiqué à l'Équation 3.3.3) pour les principaux systèmes de terres cultivées dans un pays, stratifiés par types de climat et de sol par défaut (Équation 3.3.4). Pour la superficie globale des terres cultivées restant terres cultivées, on peut calculer les variations des stocks en étudiant les changements de gestion et en calculant les variations des stocks de parcelles individuelles (Équation 3.3.4B), ou en calculant les stocks de carbone des sols globaux au début et à la fin de la période d'inventaire à partir de données plus générales sur la répartition des terres cultivées (Équation 3.3.4A). Les résultats globaux seront les mêmes, dans les deux cas, si ce n'est que l'attribution des effets de changements spécifiques de gestion fait appel à des données d'activités qui suivent ces changements pour des superficies spécifiques. Des valeurs par défaut pour ces calculs sont indiquées à la Section 3.3.1.2.1.2.

ÉQUATION 3.3.4

VARIATION ANNUELLE DES STOCKS DE CARBONE DES SOLS MINÉRAUX DES TERRES CULTIVÉES RESTANT TERRES CULTIVÉES

$$\Delta CC_{\text{Minéraux}} = \sum_c \sum_s \sum_i [(COS_0 - COS_{(0-T)}) \bullet S]_{c,s,i} / T \quad (A)$$

$$\Delta CC_{\text{Minéraux}} = [\sum_c \sum_s \sum_i (COS_0 \bullet S)_{c,s,i} - \sum_c \sum_s \sum_i (COS_{(0-T)}) \bullet S]_{c,s,i} / T \quad (B)$$

Où : $\Delta CC_{\text{Minéraux}}$ = variation annuelle des stocks de carbone des sols minéraux, tonnes C an⁻¹

COS_0 = stocks de carbone organique des sols pour l'année d'inventaire, tonnes C ha⁻¹

$COS_{(0-T)}$ = stocks de carbone organique des sols T années avant l'inventaire, tonnes C ha⁻¹

T = durée de la période d'inventaire, années (la valeur par défaut est de vingt ans)

S = superficie de chaque parcelle, ha

c représente les zones climatiques, s les types de sols, et i l'ensemble des principaux systèmes de terres cultivées dans un pays.

Exemple: L'exemple suivant décrit les calculs pour l'estimation de la variation des stocks de carbone des sols des superficies globales de terres cultivées à l'aide de l'Équation 3.3.4B. Dans un climat chaud tempéré humide sur des Mollisols, il y a 1Mha de terres cultivées annuelles permanentes. Les stocks de carbone de référence naturel (COS_{REF}) pour la région sont de 88 tonnes C ha⁻¹. Au début de la période de calcul d'inventaire (c'est-à-dire vingt ans plus tôt) la répartition des terres cultivées était de 400 000 ha de terres cultivées annuelles avec faibles apports de carbone et travail du sol total et 600 000 ha de terres cultivées annuelles avec apports moyens et travail du sol total. Les stocks de carbone initiaux pour la superficie étaient donc : 400 000 ha • (88 tonnes C ha⁻¹ • 0,71 • 1 • 0,91) + 600 000 ha • (88 tonnes C ha⁻¹ • 0,71 • 1 • 1) = 60,231 millions de tonnes de carbone. Pendant l'année d'inventaire (année actuelle), il y a : 200 000 ha de terres cultivées annuelles, avec travail du sol total et faibles apports de carbone, 700 000 ha de terres cultivées annuelles avec travail du sol plus faible et apports moyens, et 100 000 ha de terres cultivées annuelles sans travail du sol et avec apports moyens. Les stocks de carbone des sols totaux pour l'année d'inventaire sont : 200 000 ha • (88 tonnes C ha⁻¹ • 0,71 • 1 • 0,91) + 700 000 ha • (88 tonnes C ha⁻¹ • 0,71 • 1,09 • 1) + 100 000 ha • (88 tonnes C ha⁻¹ • 0,71 • 1,16 • 1) = 66,291 millions de tonnes de carbone. La variation annuelle moyenne des stocks, pendant la période, pour la superficie totale est donc : (66,291 – 60,231) millions de tonnes C / 20 ans = 6,060 millions de tonnes C / 20 ans = 303,028 tonnes par an d'augmentation des stocks de carbone des sols.

Niveau 2 : Le Niveau 2 utilise les mêmes équations de base que le Niveau 1, mais avec des valeurs spécifiques au pays pour les stocks de carbone de référence/ou les facteurs de variation des stocks. Les méthodes à ce niveau auront probablement une stratification plus détaillée des systèmes de gestion, si les données disponibles le permettent.

Niveau 3 : Les méthodes de Niveau 3, qui associent des modèles dynamiques et de mesures d'inventaire détaillées des émissions du carbone des sols/variations des stocks, n'utiliseront probablement pas des facteurs de variations des stocks ou des facteurs d'émissions simples tels quels. Les estimations d'émissions utilisant des méthodes fondées sur des modèles sont le produit de l'interaction d'équations qui estiment la variation nette des stocks de carbone des sols dans les modèles. Un certain nombre de modèles ont été conçus pour simuler les échanges du carbone des sols (McGill *et al.*, 1996 ; Smith *et al.*, 1997, etc.).

Les critères clés pour le choix d'un modèle approprié sont sa capacité à représenter toutes les pratiques de gestion étudiées et la compatibilité des entrées du modèle (les variables motrices) avec les données disponibles à l'échelle nationale. Le modèle doit être validé à l'aide d'observations indépendantes provenant de sites spécifiques au pays ou à la région, et représentatifs de la variabilité des climats, des sols et des systèmes de gestion du pays. Des expériences sur sites reproduites à long terme (SOMNET, 1996 ; Paul *et al.*, 1997) ou des mesures à long terme des flux de carbone des écosystèmes pour les systèmes agricoles, à l'aide de techniques telles que la covariance de turbulence (Baldocchi *et al.*, 2001), sont des exemples d'ensembles de données de validation appropriés. Idéalement, il serait utile d'établir un système d'inventaire de parcelles « sur fermes » permanentes, statistiquement représentatives, incluant les régions climatiques, types de sols et systèmes de gestion et variations des systèmes, et d'effectuer des mesures répétées des stocks de carbone des sols. Dans la

plupart des cas, l'échantillonnage devrait être effectué au minimum tous les trois à cinq ans (GIEC, 2000b). Si possible, les mesures des stocks de carbone des sols seront effectuées sur une base massique équivalente (Ellert *et al.*, 2001), en mettant en oeuvre des procédures destinées à limiter les effets de la variabilité spatiale avec des échantillonnages répétés dans le temps (Conant et Paustian, 2002). Ces mesures d'inventaires pourraient être intégrées à une méthodologie fondée sur des modèles.

Sols organiques

La méthodologie de base pour l'estimation de la variation des stocks de carbone des sols organiques (dérivés de la tourbe, par exemple) consiste à affecter un taux de pertes annuelles de carbone dues au drainage et autres perturbations telles que le travail du sol. Le drainage et le travail du sol stimulent l'oxydation des matières organiques jusque-là accumulées dans un environnement essentiellement anoxique. On estime les émissions annuelles de carbone en multipliant la superficie des sols organiques des terres cultivées pour chaque type de climat par le facteur d'émissions, comme indiqué dans l'Équation 3.3.5 ci-dessous :

<p>ÉQUATION 3.3.5</p> <p>ÉMISSIONS DE CO₂ PAR LES SOLS ORGANIQUES DES TERRES CULTIVÉES RESTANT TERRES CULTIVÉES</p> $\Delta C_{CC_{Organiques}} = \sum_c (S \bullet FE)_c$

Où : $\Delta C_{CC_{Organiques}}$ = émissions de CO₂ par les sols organiques des terres cultivées restant terres cultivées, tonnes C an⁻¹

S = superficie des sols organiques pour le type de climat *c*, ha

FE = facteur d'émissions pour le type de climat *c* (voir Tableau 3.3.5), tonnes C ha⁻¹ an⁻¹

Niveau 1 : A ce niveau, on utilise des facteurs d'émissions par défaut (Tableau 3.3.5) avec des estimations des superficies pour les sols organiques cultivés pour chaque région climatique dans le pays (Équation 3.3.5). On peut estimer les superficies à l'aide des recommandations du Chapitre 2.

Niveau 2 : La méthodologie de Niveau 2 utilise l'Équation 3.3.5 dans laquelle les facteurs d'émissions sont estimés à l'aide de données spécifiques au pays, stratifiées par région climatique, comme décrit à la Section 3.3.2.1.3. On peut estimer les superficies à l'aide des recommandations du Chapitre 2.

Niveau 3 : Les méthodes de Niveau 3 pour les sols organiques incluront des systèmes plus détaillés, avec des modèles dynamiques et des réseaux de mesures, comme décrit précédemment pour les sols minéraux.

TABLEAU 3.3.5		
FACTEURS D'ÉMISSIONS ANNUELLES (FE) POUR LES SOLS ORGANIQUES CULTIVÉS		
Régime climatique	Valeurs par défaut des Lignes directrices du GIEC (tonnes C ha⁻¹ an⁻¹)	Erreur #
Froid tempéré	1,0	± 90%
Chaud tempéré	10,0	± 90%
Tropical/sub-tropical	20,0	± 90%
# Représente une estimation d'erreur nominale, équivalente à deux fois l'écart type, en tant que pourcentage de la moyenne.		

Chaulage

Les *Lignes directrices du GIEC* incluent l'application de chaux contenant des carbonates (Pierre à chaux calcique (CaCO₃), ou dolomie (CaMg(CO₃)₂), par exemple) sur les sols agricoles, comme source d'émissions de CO₂. Ce processus se résume ainsi : lorsque le carbonate de calcium est dissous dans le sol, les cations de base (Ca⁺⁺, Mg⁺⁺) s'échangent avec les ions d'hydrogène (H⁺) sur les colloïdes du sol (ce qui réduit l'acidité du sol) et le bicarbonate formé (2HCO₃) continue de réagir pour produire du CO₂ et de l'eau (H₂O). Bien qu'en général l'effet du chaulage ne dure que quelques années (après quoi, l'opération doit être répétée) en fonction du climat, du sol et des pratiques de gestion, les *Lignes directrices du GIEC* considèrent que tout le carbone du carbonate ajouté pendant l'année d'application représente des émissions de CO₂. Par conséquent, le calcul s'effectue simplement en multipliant la quantité de chaux agricole appliquée par un facteur d'émission, qui varie légèrement suivant la composition de l'apport de chaux.

ÉQUATION 3.3.6
ÉMISSIONS ANNUELLES DE CARBONE RESULTANT DU CHAULAGE AGRICOLE

$$\Delta C_{CC_{\text{Chaux}}} = M_{\text{Pierre à chaux}} \bullet FE_{\text{Pierre à chaux}} + M_{\text{Dolomie}} \bullet FE_{\text{Dolomie}}$$

Où : $\Delta C_{CC_{\text{Chaux}}}$ = émissions annuelles de carbone dues au chaulage agricole, tonnes C an⁻¹

M = quantité annuelle de pierre à chaux calcique (CaCO₃) ou dolomie (CaMg(CO₃)₂), tonnes an⁻¹

FE = facteur d'émission, tonnes C (tonne de pierre à chaux ou dolomie)⁻¹ (Équivalent aux teneurs en carbone des matériaux de chaulage (12 pour cent pour CaCO₃, 12,2 pour cent pour CaMg(CO₃)₂)).

Niveau 1 : A ce niveau, on peut utiliser la quantité totale de chaux contenant des carbonates appliquée annuellement aux sols cultivés et un facteur d'émissions général de 0,12 pour estimer les émissions de CO₂, sans différencier entre les diverses compositions du produit de chaulage. On utilise en général du carbonate de calcium pour le chaulage agricole ; toutefois, des oxydes et hydroxydes de chaux, sans carbone inorganique, sont quelquefois utilisés à cette fin et ne doivent pas être inclus ici (en effet, leur fabrication génère du CO₂, mais non pas leur utilisation pour le chaulage agricole).

Niveau 2 : A ce niveau, si les données le permettent, on peut différencier entre les types de chaux et utiliser des facteurs d'émissions spécifiques, car les produits de chaulage à carbonates (pierre à chaux et autres sources telles que dépôts de marne et de coquillages) peuvent varier en ce qui concerne leur teneur en carbone et leur pureté générale.

Niveau 3 : Une méthodologie de Niveau 3 pourrait inclure une comptabilisation plus détaillée des émissions dues au chaulage que pour les Niveaux 1 et 2. Selon les régimes climatiques et les sols, le bicarbonate résultant du chaulage peut ne pas être complètement émis sous forme de CO₂ dans les sols ou les eaux de drainage ; une fraction peut être lixiviée et précipitée dans les couches plus profondes des sols ou transférée aux nappes phréatiques profondes, aux lacs et océans où elle sera absorbée. On peut calculer des facteurs d'émissions spécifiques, si les données et les connaissances sur la transformation du carbone inorganique pour des conditions climat-sol spécifiques le permettent. Cependant, dans ce cas, on devra probablement inclure les flux de carbone associés aux carbonates primaires et secondaires des sols et leurs réactions à la gestion agricole.

3.3.1.2.1.2 Choix des facteurs d'émissions/d'absorptions

Sols minéraux

La méthodologie aux Niveaux 1 ou 2 exige l'utilisation des facteurs d'émissions/d'absorptions suivants pour les sols minéraux : stocks de carbone de référence (COS_{REF}) ; facteur de variation des stocks pour les changements d'affectation des terres (F_{UT}) ; facteur de variation des stocks pour le régime de gestion (F_{RG}) ; facteur de variation des stocks pour les apports de matières organiques (F_A).

Stocks de carbone de référence (COS_{REF})

Les sols à végétation naturelle qui n'ont pas fait l'objet d'une utilisation des terres et d'impacts de gestion significatifs servent de référence pour l'évaluation des variations du carbone des sols dues à la gestion.

Niveau 1 : Au Niveau 1, les *bonnes pratiques* consistent à utiliser les valeurs par défaut des stocks de carbone de référence (COS_{REF}) figurant au Tableau 3.3.3. Ces valeurs sont mises à jour par rapport aux valeurs présentées dans les *Lignes directrices du GIEC* comme suit : i) les estimations sont basées sur des statistiques provenant de compilations récentes de profils de sols à végétation naturelle, ii) les sols « spodiques » (définis comme des podzols de zones tempérées et boréales dans la nomenclature de la Base de référence mondiale pour les ressources en sols (WRB), et spodosols dans la nomenclature de l'USDA) sont inclus dans une catégorie séparée, iii) les sols de la zone climatique boréale ont été inclus.

Niveau 2 : Au Niveau 2, on peut estimer les stocks de carbone des sols de référence à l'aide de mesures des sols, par exemple, dans le cadre de relevés des sols et de cartographie nationaux. On obtient ainsi des valeurs représentatives pour un pays individuel et il est plus facile d'estimer les fonctions de distribution de probabilité qui peuvent être utilisées dans une analyse de l'incertitude officielle. On devra utiliser et documenter les normes acceptées pour l'échantillonnage et l'analyse du carbone des sols organiques et de la densité apparente.

Facteurs de variation des stocks (F_{UT}, F_{RG}, F_A)

Niveau 1 : A ce niveau, conformément aux *bonnes pratiques*, on utilisera les facteurs de variation des stocks par défaut (F_{UT}, F_{RG}, F_A) présentés au Tableau 3.3.4. Ces facteurs ont été mis à jour par rapport à ceux des *Lignes directrices du GIEC*, après analyse statistique de publications scientifiques. Le tableau contient des définitions destinées à guider le choix de facteurs appropriés.

Niveau 2 : Pour la méthodologie de Niveau 2, on peut estimer les facteurs de variation des stocks à partir d'expériences à long terme (Smith *et al.*, 1996 ; Paul *et al.*, 1997) ou d'autres mesures sur le terrain (chronoséquences sur le terrain², etc.) pour une région ou un pays. Pour ces estimations, les données collectées à partir d'études publiées et d'autres sources devront inclure les stocks de carbone organique (la masse par superficie unitaire à une profondeur spécifiée) ou toutes les informations nécessaires au calcul des stocks de COS, à savoir le pourcentage de matières organiques et la densité apparente. Si on estime le pourcentage de matières organiques, et non pas le pourcentage de carbone organique, on peut utiliser un facteur de conversion de 0,58 pour la teneur en carbone des matières organiques du sol. On inclura également les profondeurs mesurées et l'échelle temporelle du changement de gestion. En l'absence de données spécifiques permettant de choisir une autre profondeur, les *bonnes pratiques* consistent à comparer les facteurs de variation des stocks à une profondeur minimale de 30 cm (la profondeur utilisée dans les calculs de Niveau 1). Il peut être utile d'estimer les variations des stocks à une profondeur plus élevée si on dispose d'un nombre suffisant d'études et si on peut démontrer l'existence de différences des stocks statistiquement significatives dues à la gestion des terres, à des profondeurs plus élevées. Mais il est impératif d'utiliser la même profondeur pour le calcul des facteurs de variation des stocks de carbone des sols de référence (COS_{Réf}) et de variation des stocks. On calculera des facteurs pour les principaux types de climat et/ou de sols, avec, au minimum, le même niveau de précision que pour le Niveau 1.

Sols organiques

Pour l'estimation des émissions des sols organiques, on doit utiliser un facteur d'émissions (FE) pour les zones climatiques où des sols organiques ont été drainés à des fins agricoles.

Niveau 1 : Des facteurs par défaut, identiques à ceux des *Lignes directrices du GIEC*, sont présentés au Tableau 3.3.5. Ces facteurs sont différenciés par grands régimes climatiques (température) et supposent que les sols ont été drainés avant leur conversion en terres cultivées. Les sols organiques utilisés pour le riz paddy ou pour des cultures inondées sur surfaces réduites (tourbières à canneberges, riz sauvage, etc.) ne sont pas inclus.

Niveau 2 : On peut calculer des facteurs d'émissions à partir de données publiées sur les pertes de carbone des sols organiques. En général, les estimations des pertes de carbone des sols organiques cultivés s'appuient sur des mesures de la subsidence, et sur quelques études portant sur des mesures directes des flux de CO₂ (Klemetsson *et al.*, 1997 ; Ogle *et al.*, 2003). L'érosion, le compactage, le brûlage et la décomposition sont des processus qui contribuent à la subsidence. L'estimation des facteurs d'émissions devra inclure uniquement les pertes dues à la décomposition. Si on utilise des données sur la subsidence, on utilisera des facteurs de conversion régionaux appropriés pour calculer la part de subsidence imputable à l'oxydation, à partir d'études mesurant la subsidence et les flux de CO₂. En l'absence de ces données, une étude d'Armentano et Menges (1986) permet de recommander l'emploi d'un facteur par défaut de 0,5 pour la subsidence due à l'oxydation, sur une base d'équivalence gramme pour gramme. Si possible, on utilisera des mesures directes des flux de carbone, qui sont le meilleur moyen d'estimer les taux d'émission des sols organiques.

Chaulage

Voir Section 3.3.1.2.1.1.

3.3.1.2.1.3 Choix des données d'activités

Sols minéraux

L'estimation des émissions/absorptions par les sols minéraux requiert des données sur les superficies des terres cultivées faisant l'objet de pratiques de gestion différentes (S).

Pour les terres cultivées existantes, les données d'activités devront refléter les variations ou les tendances des pratiques de gestion qui influent sur les stocks de carbone des sols, telles que les types et rotations des cultures, pratiques de travail du sol, irrigation, application d'engrais naturel, gestion des résidus, etc. Il existe deux grands types de données d'activités pour la gestion : 1) des statistiques globales compilées par pays ou pour des zones administratives dans les pays (provinces, régions, etc.) ou 2) inventaires ponctuels d'utilisation des terres et de gestion constituant un échantillon basé sur des statistiques de la superficie terrestre d'un pays. On peut utiliser les deux types de données pour chaque niveau méthodologique, selon leur résolution spatiale et temporelle. Pour les inventaires de Niveaux 1 et 2, les données d'activités devront être stratifiées par régions climatiques et types de sol, car les stocks de carbone des sols de référence varient considérablement en fonction de ces facteurs. Pour les grandes catégories de sols utilisées au Niveau 1, on peut utiliser des cartes des sols nationales ou même mondiales pour délimiter les divisions des sols sur la superficie de terres cultivées. Pour l'application de modèles dynamiques et/ou d'un inventaire fondé sur des mesures directes au Niveau 3, des données similaires ou plus détaillées sur les climats, les sols, la topographie et la gestion seront nécessaires, mais les besoins précis dépendront en partie du modèle utilisé.

² Les chronoséquences sont des mesures effectuées à partir d'emplacements similaires mais séparés qui représentent une séquence temporelle d'utilisation des terres ou de gestion, par exemple, les années après le déboisement. On s'efforce de contrôler toutes les autres différences entre les sites (en choisissant, par exemple, des zones ayant des types de sol, une topographie, et une végétation antérieure similaires). Les chronoséquences sont souvent utilisées à la place d'études expérimentales ou de mesures répétées dans le temps au même emplacement.

Des statistiques mondiales sur l'utilisation des terres et la production agricole, telles que les bases de données de la FAO (<http://apps.fao.org>), présentent des compilations annuelles des superficies totales par grands types d'utilisation des terres, quelquefois différenciées par modes de gestion (terres cultivées irriguées ou non irriguées, etc.), superficies de cultures « permanentes » (vignes, vergers, etc.), et superficies et production pour les cultures dominantes (froment, riz, maïs, sorgho, etc.). L'utilisation de ces données devra être complétée par l'utilisation de données nationales pour sub-diviser les superficies par types de climats et de sols. Si ces données complémentaires ne sont pas disponibles, on peut recouvrir des cartes de couverture terrestre /utilisation des terres (nationales ou provenant d'ensembles de données globales telles que IGBP_DIS) avec des cartes des sols nationales ou provenant de sources globales telles que la Carte mondiale des sols de la FAO. Si possible, les superficies associées aux systèmes de cultures (rotations et travail du sol, par exemple), et non pas simplement une superficie par culture, seront délimitées et associées aux facteurs de gestion appropriés. [Remarque : Ceci s'applique aussi à la section sur la biomasse des terres cultivées, étant donné que la méthodologie utilise des estimations basées sur la superficie pour des types de cultures spécifiques tels que ceux de la catégorie « cultures permanentes » de la FAO.] Se reporter au Chapitre 2 du présent rapport.

Les inventaires nationaux sur l'utilisation des terres et les ressources, qui incluent des points d'échantillonnage permanents pour une collecte des données périodique, présentent certains avantages par rapport aux statistiques globales sur l'agriculture et l'utilisation des terres. Les points d'inventaires peuvent être plus facilement associés à un système de cultures particulier, et on peut déterminer le type de sol associé à un emplacement particulier par échantillonnage ou référencement de l'emplacement sur une carte des sols. Les points d'inventaires choisis, à partir d'une conception statistique appropriée, permettent également d'estimer la variabilité associée aux données d'activités, et de l'intégrer à une analyse de l'incertitude officielle. L'Inventaire des ressources nationales aux États-Unis est un exemple d'inventaire de ressources basé sur des points (Nusser et Goebel, 1997).

Sols organiques

L'estimation des émissions par les sols organiques exige des données sur les superficies des sols organiques cultivés, par régime climatique (S). On peut utiliser des bases de données et des méthodes similaires à celles présentées ci-dessus pour obtenir des estimations des superficies. Un recouvrement des cartes des sols indiquant la distribution spatiale des histosols (sols organiques) avec des cartes d'utilisation des terres indiquant les superficies cultivées peut fournir des données initiales sur les superficies des sols organiques cultivés. De plus, étant donné que les sols organiques nécessitent en général un drainage artificiel important à des fins agricoles, on peut associer des données nationales sur les projets de drainage à des cartes des sols et relevés pour obtenir des estimations plus précises des superficies étudiées.

3.3.1.2.1.4 Évaluation de l'incertitude

Une évaluation officielle de l'incertitude requiert l'estimation de l'incertitude des taux d'émissions/d'absorptions par superficie, ainsi que l'incertitude des données d'activités (les superficies faisant l'objet de changements d'affectation des terres et de gestion), et de leur interaction. Des estimations de l'incertitude des valeurs par défaut globales revues, établies dans le présent rapport, sont présentées dans les tableaux ; elles peuvent être utilisées avec les estimations de la variabilité des données d'activités pour estimer l'incertitude, conjointement avec les recommandations du Chapitre 5 du présent rapport. Les organismes chargés des inventaires devront être conscients de l'incertitude relativement élevée des valeurs par défaut globales simples appliquées à des pays spécifiques. De plus, étant donné que les études sur le terrain utilisées pour obtenir les valeurs par défaut globales n'ont pas une distribution uniforme en matière de climats, types de sols, et systèmes de gestion, certaines superficies – en particulier dans les régions tropicales – sont sous-représentées. Au Niveau 2, le calcul des fonctions de densité de probabilité (qui donnent des estimations de moyenne et de variance) pour des facteurs de variation des stocks, des facteurs d'émissions des sols organiques et des stocks de carbone de référence, peut être intégré au processus d'obtention de données spécifiques à la région ou au pays. Ogle *et al.* (2003), par exemple, a appliqué des modèles linéaires à effets contrastés pour obtenir des fonctions de densité de probabilité pour des facteurs spécifiques aux États-Unis et des stocks de carbone de référence pour les sols agricoles. Des données d'activités provenant d'inventaires statistiques sur l'utilisation et la gestion des terres devraient permettre d'attribuer des estimations d'incertitude à des superficies associées aux changements d'affectation des terres et de la gestion. La combinaison des données d'activités et de données sur les émissions et de leurs incertitudes associées peut être faite à l'aide d'analyses Monte Carlo pour estimer les moyennes et les intervalles de confiance pour l'ensemble de l'inventaire (Ogle *et al.*, 2003 ; Smith et Heath, 2001) – voir le Chapitre 5 du présent rapport.

3.3.1.3 ÉMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE SANS CO₂

OXYDE D'AZOTE

Les *Lignes directrices du GIEC* et *GPG2000* couvrent déjà les sources d'émissions de gaz sans CO₂ suivantes :

- Émissions de N₂O résultant de l'application d'engrais minéraux et organiques, résidus organiques et fixation de l'azote biologique (*Lignes directrices du GIEC*, Chapitre 4 Agriculture) ;

- Émissions de N₂O, NO_x, CH₄ et CO résultant de la combustion de la biomasse sur site et hors site (*Lignes directrices du GIEC*, Chapitre 4 Agriculture) ; et
- Émissions de N₂O résultant de la culture des sols organiques.

Les *bonnes pratiques* consistent à suivre les recommandations des *Lignes directrices du GIEC* et *GPG2000* et à continuer à notifier ces émissions dans le secteur Agriculture.

MÉTHANE

Les émissions de méthane par les rizières sont couvertes dans les *Lignes directrices du GIEC* et *GPG2000* et devront être notifiées dans le secteur Agriculture.

Les variations du taux d'oxydation du méthane dans les sols aérobies ne sont pas examinées actuellement. Le peu d'informations dont on dispose indique que le puits de CH₄ est peu important comparé aux sources de CH₄ résultant des sols inondés (rizières, etc.). L'évolution des recherches et des données devrait permettre un examen plus complet de l'impact des activités sur l'oxydation du méthane.

3.3.2 Terres converties en terres cultivées

Dans la plupart des cas, la conversion des terres à l'état naturel ou utilisées autrement en terres cultivées donnera lieu à des émissions de CO₂ par la biomasse et par les sols, pendant, au moins, plusieurs années après la conversion, ainsi qu'à des émissions de N₂O et CH₄ par les sols. Des exceptions sont possibles dans le cas de l'irrigation de terres arides, qui peut donner lieu à des gains de carbone nets pour les sols et la biomasse, et de la conversion de terres dégradées en terres cultivées. Le calcul des émissions de carbone résultant de la conversion de forêts et de prairies en terres cultivées est décrit dans les *Lignes directrices du GIEC* à la Section 5.2.3 (Conversion des forêts et prairies) et à la Section 5.3 (Émissions et absorptions de CO₂ par les sols). Lors de l'estimation des émissions et absorptions résultant des conversions en terres cultivées, conformément aux *bonnes pratiques*, on devra examiner trois catégories secondaires : variation des stocks de carbone de la biomasse (Section 3.3.2.1), variation des stocks de carbone des sols (Section 3.3.2.2), et émissions d'oxyde d'azote (Section 3.3.2.3). Des recommandations méthodologiques figurent ci-dessous pour ces catégories.

Les *bonnes pratiques* consistent à estimer les émissions/absorptions par les « terres converties en terres cultivées » à l'aide des méthodes décrites ici sur une période suffisamment longue pour permettre la variation des stocks de carbone après la conversion. Toutefois, les bassins de la biomasse et des sols répondent différemment aux conversions des terres, ce qui explique la variabilité de la durée des périodes avant le stade d'équilibre pour les stocks de carbone. On estime les variations des bassins de la biomasse à l'aide de la méthode décrite à la Section 3.3.2.1 ci-dessous pour la première période après la conversion en terres cultivées³. Au terme de cette période, les pays devront estimer les variations des stocks de carbone de la biomasse à l'aide des méthodes décrites à la Section 3.3.1.1 Terres cultivées restant terres cultivées. Étant donné que la période par défaut pour les variations du carbone des sols est de vingt ans, on utilisera cette valeur pour les estimations relatives aux conversions en terres cultivées.

L'équation récapitulative pour la variation des stocks de carbone des terres converties en terres cultivées est présentée ci-dessous (Équation 3.3.7). De plus, des méthodologies basées sur des coefficients d'émissions sont examinées pour le N₂O. Le Tableau 3.3.6 résume les niveaux pour chaque sous-catégorie de carbone, ainsi que pour la sous-catégorie de N₂O.

ÉQUATION 3.3.7 VARIATION TOTALE DES STOCKS DE CARBONE DES TERRES CONVERTIES EN TERRES CULTIVÉES

$$\Delta C_{TC} = \Delta C_{TC_{BV}} + \Delta C_{TC_{Sols}}$$

Où : ΔC_{TC} = variation totale des stocks de carbone des terres converties en terres cultivées, tonnes C an⁻¹

$\Delta C_{TC_{BV}}$ = variation des stocks de carbone de la biomasse vivante des terres converties en terres cultivées, tonnes C an⁻¹

$\Delta C_{TC_{Sols}}$ = variation des stocks de carbone des sols des terres converties en terres cultivées, tonnes C an⁻¹

³ La durée dépendra de la fréquence de la collecte des données par les pays. Par exemple, si des données sur l'utilisation des terres sont collectées sur un cycle quinquennal (1990, 1995, 2000), une conversion des terres qui se produit en 1992 sera reflétée par les données collectées en 1995 et donc documentée à l'aide des méthodes ci-dessous dans le rapport d'inventaire qui utilise des données d'enquêtes pour 1995.

3.3.2.1 VARIATIONS DES STOCKS DE CARBONE DE LA BIOMASSE VIVANTE

Cette section contient des *recommandations en matière de bonnes pratiques* pour le calcul des variations des stocks de carbone de la biomasse résultant de la conversion des terres à l'état naturel ou utilisées autrement en terres cultivées, y compris le déboisement et la conversion de pâturages et de prairies en terres cultivées. Les méthodes nécessitent des estimations du carbone de la biomasse vivante, avant et après la conversion, basées sur des estimations des superficies des terres converties pendant la période entre les enquêtes sur les utilisations des terres. A la suite d'une conversion en terres cultivées, on suppose (au Niveau 1) que la végétation dominante est complètement éliminée, et par conséquent que la quantité de carbone demeurant dans la biomasse est pratiquement nulle. La plantation de culture qui suit, peu de temps après, augmente la quantité de carbone stocké dans la biomasse. La différence entre les bassins de carbone initiaux et finaux permet de calculer la variation des stocks de carbone résultant de la conversion ; pour les années ultérieures, les accumulations et pertes de la biomasse ligneuse vivace des terres cultivées sont estimées par les méthodes décrites à la section 3.3.1 Terres cultivées restant terres cultivées.

3.3.2.1.1 QUESTIONS MÉTHODOLOGIQUES

La méthodologie estime les variations des stocks de carbone de la biomasse vivante. Les connaissances actuelles ne permettent pas d'établir une méthode de base avec paramètres par défaut pour l'estimation de la variation des stocks de carbone du bassin de matière organique morte des terres converties en terres cultivées⁴. De plus, la méthodologie ci-dessous examine uniquement la variation des stocks de carbone de la biomasse aérienne, en raison du peu de données disponibles sur les stocks de carbone de la biomasse souterraine des terres de cultures vivaces.

Niveau Sous-catégories	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3
Biomasse	Utiliser des coefficients par défaut pour estimer la variation des stocks de carbone de la biomasse résultant des conversions des terres et pour le carbone de la biomasse qui remplace la végétation défrichée pendant l'année de transition d'utilisation des terres.	Utiliser au minimum des paramètres spécifiques au pays pour les stocks de carbone pour estimer la variation des stocks de carbone due à la conversion en terres cultivées. Attribuer les pertes de carbone au brûlage, à la décomposition, et autres processus de conversion importants au plan national. Estimer les émissions de gaz traces sans CO ₂ dues à la fraction de biomasse brûlée sur site et hors site. Utiliser des estimations de superficies sub-divisées par zones climatiques pertinentes au plan national et autres limites pour correspondre aux paramètres spécifiques au pays pour les stocks de carbone.	Utiliser une méthode spécifique au pays à une échelle spatiale fine (modélisation, mesures, etc.)
Stocks de carbone des sols	Pour la variation des stocks de carbone des sols pour les sols minéraux, utiliser des coefficients par défaut. Les superficies doivent être stratifiées par type de climat et de sol. Pour la variation du carbone des sols organiques, utiliser des coefficients par défaut et stratifier les superficies par région climatique. Pour les émissions dues au chaulage, utiliser des facteurs d'émissions par défaut.	Pour les sols minéraux et organiques, utiliser une combinaison de coefficients par défaut et spécifiques au pays et d'estimations de superficies à résolution spatiale de plus en plus fine. Pour les émissions dues au chaulage, utiliser des facteurs d'émissions différenciés par type de chaux.	Utiliser une méthode spécifique au pays à une échelle spatiale fine (modélisation, mesures, etc.)
Oxyde d'azote due à l'oxydation des sols pendant la conversion	Utiliser des paramètres par défaut et une sub-division spatiale grossière.	Utiliser des paramètres spécifiques au pays et une sub-division spatiale plus détaillée.	Utiliser une méthode spécifique au pays à une échelle spatiale fine (modélisation, mesures, etc.) et présenter les estimations dans la catégorie UTCATF Terres cultivées restant terres cultivées

⁴ On supposera que les bassins de la litière et du bois mort (estimés à l'aide des méthodes de la Section 3.2.2.2) sont oxydés après la conversion des terres.

3.3.2.1.1.1 Choix de la méthode

Les *Lignes directrices du GIEC* décrivent des méthodes de plus en plus sophistiquées et plus détaillées quant aux superficies des terres converties, stocks de carbone des terres, et absorptions de carbone résultant des conversions des terres. Ceci est reflété dans les *Recommandations en matière de bonnes pratiques* qui adoptent une méthodologie par niveaux dans laquelle le choix du niveau dépend des données disponibles et des circonstances nationales. Tous les pays devront s'efforcer d'améliorer les méthodes d'inventaire et de notification en recherchant le niveau le plus élevé compte tenu des circonstances nationales. Les *bonnes pratiques* consistent à utiliser une méthodologie de Niveau 2 ou 3 si les émissions et absorptions de carbone sur les terres converties en terres cultivées représentent une catégorie clé et si la biomasse vivante est considérée comme une sous-catégorie significative conformément aux critères présentés au Chapitre 5. Les pays devront utiliser le diagramme décisionnel à la Figure 3.1.2 qui facilitera le choix de la méthode.

Niveau 1 : La méthode de Niveau 1 reprend la méthodologie décrite dans les *Lignes directrices du GIEC* Section 5.2.3 Conversion des forêts et prairies, qui estime la quantité de biomasse défrichée à des fins agricoles en multipliant la superficie des forêts converties pendant une année par le stock moyen de carbone de la biomasse forestière avant la conversion. Conformément aux *bonnes pratiques*, toutes les conversions en terres cultivées devront être notifiées. Par conséquent, la présente section développe cette méthode afin d'inclure chaque utilisation des terres initiale, y compris les forêts, mais sans limitation.

L'Équation 3.3.8 résume les principaux éléments d'une approximation de premier ordre de la variation des stocks de carbone résultant d'une conversion en terres cultivées. On estime la variation moyenne des stocks de carbone par superficie pour chaque type de conversion. Cette variation est égale à la variation des stocks de carbone due à l'élimination de la biomasse par l'utilisation des terres initiale (c'est-à-dire le carbone dans la biomasse immédiatement après la conversion moins le carbone de la biomasse avant la conversion), plus les stocks de carbone après un an de croissance sur les terres cultivées après conversion. Comme précisé dans les *Lignes directrices du GIEC*, on doit tenir compte de toute végétation remplaçant la végétation défrichée pendant la conversion. Les *Lignes directrices du GIEC* combinent dans un même terme le carbone de la biomasse après conversion et le carbone de la biomasse des nouvelles cultures après conversion. Dans la présente méthode, ces deux éléments sont séparés, $C_{\text{Après}}$ et $\Delta C_{\text{Croissance}}$, pour plus de transparence. Au Niveau 1, les stocks de carbone de la biomasse immédiatement après conversion ($C_{\text{Après}}$) sont supposés être nuls (les terres sont complètement défrichées avant la plantation de cultures). La variation moyenne des stocks de carbone par superficie pour une conversion de terres donnée est multipliée par l'estimation de superficie des terres converties pour une année donnée. Pour les années suivantes, on suppose une variation nulle de la biomasse des cultures annuelles, les gains de carbone de la biomasse résultant de la croissance annuelle étant compensés par les pertes dues aux récoltes ; la variation de la biomasse des cultures ligneuses vivaces est estimée par la méthode décrite à la Section 3.3.1.1 Variation des stocks de carbone de la biomasse, dans Terres cultivées restant terres cultivées.

Les étapes de base pour l'estimation de la variation des stocks de carbone de la biomasse résultant de la conversion en terres cultivées sont les suivantes :

(i) Estimation de la superficie moyenne des terres faisant l'objet d'une conversion de terres non cultivées en terres cultivées, pendant une année ($S_{\text{conversion}}$), séparément pour chaque utilisation des terres initiale (terres forestières, prairies, etc.) et type de culture finale (annuelle ou ligneuse vivace).

(ii) Pour chaque type de conversion en terres cultivées, utilisation de l'Équation 3.3.8 pour l'estimation de la variation des stocks de carbone. On peut utiliser les données par défaut de la Section 3.3.2.1.1.2 pour $C_{\text{Après}}$, C_{Avant} , et $\Delta C_{\text{Croissance}}$ pour estimer la variation totale des stocks par superficie pour chaque type de conversion des terres. L'estimation pour la variation des stocks par superficie peut être ensuite multipliée par les estimations des superficies obtenues à l'étape 1.

(iii) Estimation de la variation totale des stocks de carbone résultant de toutes les conversions en terres cultivées par la somme des estimations individuelles pour chaque conversion.

Le Niveau 1 utilise l'hypothèse par défaut selon laquelle tout le carbone de la biomasse est émis dans l'atmosphère par des processus de décomposition sur site ou hors site. Les calculs de Niveau 1 ne différencient pas entre les émissions immédiates dues au brûlage et autres activités de conversion.

<p>ÉQUATION 3.3.8</p> <p>VARIATION ANNUELLE DES STOCKS DE CARBONE DE LA BIOMASSE VIVANTE DES TERRES CONVERTIES EN TERRES CULTIVÉES</p> $\Delta C_{\text{TC}_{\text{BV}}} = S_{\text{Conversion}} \bullet (T_{\text{Conversion}} + \Delta C_{\text{Croissance}})$ $T_{\text{Conversion}} = C_{\text{Après}} - C_{\text{Avant}}$

Où : $\Delta C_{\text{TC}_{\text{BV}}}$ = variation annuelle des stocks de carbone de la biomasse vivante des terres converties en terres cultivées, tonnes C an⁻¹

$S_{\text{Conversion}}$ = superficie annuelle de terres converties en terres cultivées, ha an⁻¹

$T_{\text{Conversion}}$ = variation des stocks de carbone par superficie pour ce type de conversion lorsque les terres sont converties en terres cultivées, tonnes C ha⁻¹

$\Delta C_{\text{Croissance}}$ = variation des stocks de carbone après un an de croissance des terres cultivées, tonnes C ha⁻¹

$C_{\text{Après}}$ = stocks de carbone de la biomasse immédiatement après conversion en terres cultivées, tonnes C ha⁻¹

C_{Avant} = stocks de carbone de la biomasse immédiatement avant conversion en terres cultivées, tonnes C ha⁻¹

Niveau 2 : Structurellement, les calculs de Niveau 2 sont semblables à ceux de Niveau 1, à l'exception des différences décrites ci-après. En premier lieu, le Niveau 2 utilise au moins quelques estimations spécifiques au pays pour les stocks de carbone des utilisations des terres initiales et finales au lieu des valeurs par défaut indiquées à la Section 3.3.2.1.1.2. Les estimations des superficies pour les terres converties en terres cultivées sont sub-divisées à des échelles spatiales plus fines, afin que les valeurs des stocks de carbone spécifiques au pays soient plus représentatives des variations des systèmes régionaux et agricoles.

En second lieu, le Niveau 2 peut modifier l'hypothèse selon laquelle les stocks de carbone immédiatement après la conversion sont nuls. Les pays peuvent ainsi prendre en compte les conversions des terres avec défrichage partiel de la végétation initiale des terres.

Enfin, au Niveau 2, les *bonnes pratiques* consistent à attribuer les pertes de carbone au brûlage et à la décomposition, s'il y a lieu. Des émissions de dioxyde de carbone se produisent à la suite du brûlage et de la décomposition pendant les conversions des terres. De plus, le brûlage est également une source d'émissions de gaz traces sans CO₂. En attribuant les pertes dues au brûlage et à la décomposition, les pays peuvent aussi calculer les émissions de gaz traces sans CO₂ résultant du brûlage. Le Manuel de référence des *Lignes directrices du GIEC* comprend des instructions détaillées pour l'estimation des pertes de carbone dues au brûlage et à la décomposition de la biomasse sur site et hors site et pour l'estimation des émissions de gaz traces sans CO₂ dues au brûlage (pages 5.7-5.17). Les recommandations ci-après concernent l'estimation des pertes de carbone dues au brûlage et à la décomposition ; la Section 3.2.1.4 du présent chapitre contient d'autres recommandations sur l'estimation des émissions de gaz traces sans CO₂ dues au brûlage.

Les Équations 3.3.10 et 3.3.11 ci-dessous sont les équations de base pour l'estimation des quantités de carbone dues au brûlage ou à la décomposition. Cette méthodologie examine le brûlage à des fins de défrichage. Les émissions de gaz sans CO₂ dues au brûlage pour la gestion des terres cultivées restant terres cultivées sont examinées au Chapitre sur l'Agriculture de *GPG2000*. Les Équations 3.3.10 et 3.3.11 utilisent l'hypothèse par défaut selon laquelle seule la biomasse aérienne est brûlée ou se décompose. Les pays sont invités à utiliser des données supplémentaires pour évaluer cette hypothèse, en particulier pour la biomasse souterraine en décomposition. Les Équations 3.3.10 et 3.3.11 estiment la quantité de carbone de la biomasse défrichée lors d'une conversion en terres cultivées qui est brûlée (sur site et hors site) ou qui se décompose, respectivement. On peut modifier cette méthode de base pour tenir compte d'autres activités de conversion et pour répondre aux besoins dictés par les circonstances nationales. Les deux équations utilisent la quantité totale de carbone de la biomasse éliminée pendant le défrichage ($\Delta C_{\text{conversion}}$) (Équation 3.3.9), qui est équivalente à la superficie des terres converties ($S_{\text{Conversion}}$) multipliée par la variation des stocks de carbone par superficie pour ce type de conversion ($T_{\text{Conversion}}$ dans l'Équation 3.3.8).

La biomasse défrichée est quelquefois utilisée en tant que produits ligneux. Dans le cas des produits ligneux, les pays peuvent utiliser l'hypothèse par défaut selon laquelle le carbone des produits ligneux est oxydé pendant l'année du défrichage. Les pays peuvent aussi se reporter à l'Appendice 3a.1 qui contient des techniques d'estimation du carbone des produits ligneux récoltés, qui peuvent être comptabilisés, si le carbone du bassin de produits ligneux est en augmentation.

ÉQUATION 3.3.9

VARIATION DES STOCKS DE CARBONE A LA SUITE DU DEFRICHAGE DE LA BIOMASSE POUR UNE CONVERSION DES TERRES

$$\Delta C_{\text{CONVERSION}} = S_{\text{CONVERSION}} \bullet T_{\text{CONVERSION}}$$

Où : $\Delta C_{\text{conversion}}$ = variation des stocks de carbone suite au défrichage pour une conversion des terres, tonnes C
 $S_{\text{Conversion}}$ = superficie des terres converties en terres cultivées à partir d'une utilisation initiale, ha
 $T_{\text{Conversion}}$ = stocks de carbone éliminés lors d'une conversion en terres cultivées à partir d'une utilisation initiale, tonnes C ha⁻¹ (par l'Équation 3.3.8)

ÉQUATION 3.3.10

PERTES DE CARBONE DUES AU BRULAGE DE LA BIOMASSE, SUR SITE ET HORS SITE

$$P_{\text{brûlage sur site}} = \Delta C_{\text{conversion}} \bullet \rho_{\text{brûlage sur site}} \bullet \rho_{\text{oxyd}}$$

$$P_{\text{brûlage hors site}} = \Delta C_{\text{conversion}} \bullet \rho_{\text{brûlage hors site}} \bullet \rho_{\text{oxyd}}$$

Où : $P_{\text{brûlage}}$ = pertes de carbone résultant du brûlage de la biomasse, tonnes C

$\Delta C_{\text{conversion}}$ = variation des stocks de carbone suite au défrichage pour une conversion des terres, tonnes C
 $\rho_{\text{brûlage sur site}}$ = fraction de biomasse brûlée sur site, adimensionnel
 ρ_{oxid} = fraction de biomasse oxydée pendant le brûlage, adimensionnel
 $\rho_{\text{brûlage hors site}}$ = fraction de biomasse brûlée hors site, adimensionnel

ÉQUATION 3.3.11

PERTES DE CARBONE RESULTANT DE LA DECOMPOSITION DE LA BIOMASSE

$$P_{\text{décomposition}} = \Delta C_{\text{conversion}} \bullet \rho_{\text{décomposition}}$$

$$\rho_{\text{décomposition}} = 1 - (\rho_{\text{brûlage sur site}} + \rho_{\text{brûlage hors site}})$$

Où : $P_{\text{décomposition}}$ = pertes de carbone résultant de la décomposition de la biomasse, tonnes C
 $\Delta C_{\text{conversion}}$ = variation des stocks de carbone suite au défrichage pour une conversion des terres, tonnes C
 $\rho_{\text{décomposition}}$ = fraction de biomasse laissée se décomposer sur site, adimensionnel
 $\rho_{\text{brûlage sur site}}$ = fraction de biomasse brûlée sur site, adimensionnel
 $\rho_{\text{brûlage hors site}}$ = fraction de biomasse brûlée hors site, adimensionnel

Les *bonnes pratiques* consistent à utiliser les termes $P_{\text{brûlage sur site}}$ et $P_{\text{brûlage hors site}}$ pour estimer les émissions de gaz traces sans CO₂ résultant du brûlage, en observant les recommandations présentées à la Section 3.2.1.4.

Niveau 3 : La méthodologie à ce niveau est similaire à celle du Niveau 2, à l'exception des différences suivantes : à la place de taux de conversion annuels moyens, les pays peuvent utiliser des estimations directes de superficies converties annuellement, sub-divisées spatialement, pour chaque utilisation des terres initiale et finale ; les densités de carbone et les variations des stocks de carbone des sols sont basées sur des données locales spécifiques, qui permettent d'étudier l'interaction entre la biomasse et les sols ; les volumes de biomasse sont basés sur des inventaires.

3.3.2.1.1.2 Choix des facteurs d'émissions/d'absorptions

Niveau 1: Les *Lignes directrices du GIEC* et le présent rapport présentent des paramètres par défaut qui permettent aux pays disposant de peu de données d'estimer les émissions et absorptions par cette source. La méthodologie à ce niveau utilise des paramètres pour les stocks de carbone avant la conversion pour chaque utilisation des terres initiale (C_{Avant}) et après conversion ($C_{\text{Après}}$). On suppose que toute la biomasse est défrichée lors de la préparation d'un site à des fins agricoles ; par conséquent, la valeur par défaut de $C_{\text{Après}}$ est de 0 tonnes C ha⁻¹. Le Tableau 3.3.7 contient des valeurs par défaut des stocks de carbone pour C_{Avant} pour les forêts ou prairies avant défrichage.

La méthodologie utilise également une valeur pour les stocks de carbone après une année de croissance des nouvelles cultures après conversion ($\Delta C_{\text{Croissance}}$). Le Tableau 3.3.8 contient des valeurs par défaut pour $\Delta C_{\text{Croissance}}$. Des valeurs par défaut séparées sont fournies pour les cultures non ligneuses annuelles et les cultures ligneuses vivaces. Pour les terres à cultures annuelles, la valeur par défaut de $\Delta C_{\text{Croissance}}$ est de 5 tonnes de C par hectare, calculée à partir des recommandations initiales des *Lignes directrices du GIEC* de 10 tonnes de biomasse sèche par hectare (la biomasse sèche a été convertie en tonnes de carbone au Tableau 3.3.8). Les valeurs par défaut des stocks de carbone après une année de croissance des cultures ligneuses vivaces sont les mêmes que celles du Tableau 3.3.2. Avec le temps, l'accumulation totale de carbone dans la biomasse ligneuse vivace dépassera la valeur par défaut des stocks de carbone des terres de cultures annuelles. Cependant, dans la présente section, les valeurs par défaut sont indiquées pour une année de croissance immédiatement après la conversion, et, en général, les valeurs obtenues pour les stocks de carbone des cultures ligneuses vivaces, sont inférieures à celles des cultures annuelles.

Catégorie d'utilisation des terres	Stocks de carbone de la biomasse avant conversion (C_{Avant}) (tonnes C ha ⁻¹)	Plage d'erreur #
Terres forestières	Voir Tableaux 3A.2 et 3A.3 de l'Appendice 3A.1 pour les stocks de carbone pour divers types de forêts, par régions climatiques. Les stocks sont exprimés en termes de matière sèche. <i>Multiplier les valeurs par une fraction de carbone (FC) de 0,5 pour convertir la matière sèche en carbone.</i>	Voir Section 3.2.2 (Terres converties en terres forestières)
Prairies	Voir Tableau 3.4.2 pour les stocks de carbone pour divers types de prairies, par régions climatiques.	± 75%

Représente une estimation d'erreur nominale, équivalente à deux fois l'écart type, en tant que pourcentage de la moyenne.

Type de culture par région climatique	Stocks de carbone de la biomasse après une année ($\Delta C_{\text{Croissance}}$) (tonnes C ha ⁻¹)	Plage d'erreur [#]
Cultures annuelles	5	± 75%
Cultures vivaces		
Tempérée (tous les régimes hygrométriques)	2,1	± 75%
Tropicale, sèche	1,8	± 75%
Tropicale, humide	2,6	± 75%
Tropicale, pluvieuse	10,0	± 75%

[#] Représente une estimation d'erreur nominale, équivalente à deux fois l'écart type, en tant que pourcentage de la moyenne.

Niveau 2 : Les méthodes de Niveau 2 devront inclure des estimations spécifiques au pays pour les stocks de la biomasse et les pertes dues à la conversion en terres cultivées, ainsi que des estimations des pertes sur site et hors site dues au brûlage et à la décomposition après conversion en terres cultivées. Ces améliorations peuvent être des études systématiques de la teneur en carbone et des émissions et absorptions associées aux utilisations des terres et conversions dans le pays, et un nouvel examen des hypothèses par défaut dans le contexte national spécifique.

Des paramètres par défaut pour les émissions dues au brûlage et à la décomposition sont fournis, mais les pays sont invités à établir des coefficients spécifiques pour améliorer l'exactitude de leurs estimations. Les *Lignes directrices du GIEC* utilisent une valeur générale par défaut de 0,5 pour la fraction de biomasse brûlée sur site pour les conversions de forêts et de prairies. Des études montrent l'extrême variabilité de cette fraction de biomasse, qui peut descendre jusqu'à 0,2 (Fearnside, 2000 ; Barbosa et Fearnside, 1996 ; et Fearnside, 1990). Le Tableau 3A.13 contient des valeurs par défaut, mises à jour, de la biomasse brûlée sur site, pour des catégories de végétation forestière. On utilisera ces valeurs par défaut pour les conversions de forêts en terres cultivées. Pour les autres affectations de terres initiales, la valeur par défaut de la fraction de biomasse brûlée sur site est de 0,35. Cette valeur reflète des études scientifiques, selon lesquelles la fraction devrait se situer entre 0,2 et 0,5 (Fearnside, 2000 ; Barbosa et Fearnside, 1996 ; et Fearnside, 1990). Conformément aux bonnes pratiques, les pays devront utiliser 0,35, ou une autre valeur dans cette plage, à condition de documenter la raison de leur choix. Il n'y a pas de valeur par défaut pour la fraction de biomasse transférée et brûlée hors site; les pays devront calculer cette fraction à l'aide de données nationales. Dans l'Équation 3.3.10, la valeur par défaut de la fraction de biomasse oxydée après brûlage est de 0,9, qui correspond à la valeur indiquée dans les *Lignes directrices du GIEC*.

La méthodologie pour l'estimation des émissions dues à la décomposition suppose la décomposition de la totalité de la biomasse sur une période de dix ans. Lors de la préparation d'inventaires, les pays ont deux possibilités : notifier toutes les émissions dues à la décomposition pour une année, en reconnaissant qu'en réalité les émissions se produisent sur dix ans, ou notifier toutes les émissions dues à la décomposition sur une base annuelle, en estimant le taux comme à un dixième du total de l'Équation 3.3.11. Dans le second cas, ils devront ajouter un facteur de multiplication de 0,10 à l'Équation 3.3.11.

Niveau 3 : Au Niveau 3, tous les paramètres devront être définis par pays, avec utilisation de valeurs exactes et non pas de valeurs par défaut.

3.3.2.1.1.3 Choix des données d'activités

Des estimations des superficies converties en terres cultivées sont nécessaires à tous les niveaux. On devra utiliser les mêmes estimations de superficies pour les calculs de la biomasse et des sols des terres converties en terres cultivées. Des données de superficies plus spécifiques sont requises pour les niveaux méthodologiques supérieurs. Par souci de conformité avec les *Lignes directrices du GIEC*, à tous les niveaux, on devra, au minimum, identifier séparément la superficie des forêts et prairies naturelles converties en terres cultivées. On devra pour cela disposer d'informations sur les utilisations des terres avant la conversion ; des jugements d'experts pourront être nécessaires si on utilise la Méthodologie 1 du Chapitre 2 pour l'identification des superficies.

Niveau 1 : Ce niveau requiert un type de données d'activités, à savoir des estimations séparées des superficies de terres converties, depuis l'utilisation initiale (terres forestières, prairies, établissements, etc.) jusqu'au type de culture finale (cultures annuelles ou vivaces) ($S_{\text{conversion}}$). Par exemple, les pays devront estimer séparément la superficie des forêts tropicales humides converties en terres de cultures annuelles, des forêts tropicales humides converties en terres de cultures vivaces, des prairies tropicales humides converties en terres de cultures vivaces, etc. La méthodologie suppose que les estimations des superficies sont basées sur une échelle temporelle d'un an. Si les estimations sont évaluées sur des échelles temporelles plus longues, elles devront être converties en superficies annuelles moyennes pour correspondre aux valeurs des stocks de carbone par défaut fournies ci-dessus. Les pays qui n'ont pas accès à ces données peuvent extrapoler des échantillons partiels à la base terrestre complète ou extrapoler des estimations historiques de conversions dans le temps, après consultation d'experts nationaux. Au Niveau 1, on peut utiliser des statistiques internationales telles que celles de la FAO, des *Lignes directrices du*

GIEC et d'autres sources, avec des hypothèses valables, pour estimer la superficie des terres converties en terres cultivées, pour chaque utilisation des terres initiale. Les calculs aux niveaux supérieurs utilisent des sources de données spécifiques au pays pour estimer toutes les conversions de terres possibles, avec identification de toutes les utilisations initiales et de tous les types de cultures finales.

Niveau 2 : Les pays devront s'efforcer d'utiliser des estimations de superficies réelles pour toutes les conversions possibles entre les utilisations des terres initiales et le type de cultures final. Une couverture complète des superficies terrestres peut être obtenue par l'analyse d'images sur l'utilisation des terres et les types de couverture terrestre, télédétections périodiquement, par échantillonnage sur le terrain périodique des types d'utilisation des terres, ou par des systèmes d'inventaires hybrides. Les pays disposant de données spécifiques au pays, à résolution plus fine, partielles, sont invités à extrapoler ces données à la totalité de la base terrestre, à l'aide d'hypothèses fondées sur l'état actuel des connaissances. Des estimations historiques des conversions peuvent être extrapolées temporellement, après consultation d'experts nationaux.

Niveau 3 : Les données d'activités pour les calculs à ce niveau devront refléter complètement toutes les conversions en terres cultivées et devront être sub-divisées pour expliquer des contextes différents au sein d'un pays. Cette sub-division peut être politique (région, province, etc.), liée au biome, au climat ou à une combinaison de ces paramètres. Bien souvent, les pays disposent d'informations sur les tendances sur plusieurs années en ce qui concerne la conversion des terres (provenant d'inventaires d'utilisation des terres et de la couverture terrestre établis à partir d'échantillons périodiques ou de données télédétections).

3.3.2.1.1.4. Évaluation de l'incertitude

Niveau 1 : Les sources d'incertitude à ce niveau méthodologique sont liées à l'utilisation de taux de conversion moyens globaux ou nationaux et d'estimations grossières des superficies converties en terres cultivées. Par ailleurs, l'emploi de paramètres par défaut pour les stocks de carbone au début et à la fin de la période étudiée est un facteur contribuant à l'incertitude relativement élevée des estimations. Les valeurs par défaut utilisées ont des plages d'erreur correspondantes associées. Les données par défaut indiquées à la Section 3.3.2.1.1.2 ont été calculées à partir d'une compilation publiée de recherches sur les stocks de carbone des systèmes agroforestiers (Schroeder, 1994). Les valeurs par défaut publiées étaient le résultat de nombreuses études, mais la publication d'indiquait pas les plages d'incertitude associée, et on a donc supposé un niveau d'incertitude par défaut de +/- 75 pour cent pour les stocks de carbone, après consultation d'experts.

Niveau 2 : Des estimations de superficies réelles pour différentes conversions permettront une comptabilisation plus transparente et la possibilité pour les experts d'identifier l'omission et le double comptage des superficies. La méthodologie de Niveau 2 utilise un certain nombre de valeurs spécifiques au pays, qui amélioreront l'exactitude des estimations, car elles sont plus représentatives des conditions propres au pays. L'utilisation de valeurs spécifiques au pays devrait faire appel à des tailles d'échantillons suffisantes ou à l'opinion d'experts pour l'estimation des incertitudes, lesquelles, avec les estimations des incertitudes des données d'activités obtenues conformément aux recommandations du Chapitre 2, devront être utilisées pour l'analyse de l'incertitude décrite au Chapitre 5 du présent rapport.

Niveau 3 : Les données d'activités d'un système d'inventaires sur l'utilisation et la gestion des terres permettront d'affecter des estimations d'incertitude aux superficies associées aux changements d'affectation des terres. On peut combiner des données sur les émissions et sur les activités et leur incertitude associée à l'aide d'analyses Monte Carlo pour estimer les moyennes et les intervalles de confiance pour l'ensemble de l'inventaire.

3.3.2.2 VARIATIONS DES STOCKS DE CARBONE DES SOLS

3.3.2.2.1 QUESTIONS MÉTHODOLOGIQUES

La conversion de terres en terres cultivées peut se produire à partir de terres non exploitées, y compris des écosystèmes naturels, relativement non perturbés (terres forestières, prairies, savanes, zones humides, etc.) et de terres exploitées à d'autres fins (forêts gérées, pâturages gérés, etc.). La gestion intensive associée aux terres cultivées (volumes élevés de biomasse récoltée, souvent perturbation fréquente du sol par le travail du sol) entraîne en général des émissions de carbone par les matières organiques des sols et par la matière organique morte (litière superficielle et débris ligneux grossiers). On supposera une oxydation des bassins de la litière et du bois mort (estimés à l'aide des méthodes décrites à la Section 3.2.2.2), suite à la conversion des terres ; et la variation des stocks de carbone des matières organiques des sols devra être estimée comme décrit ci-après.

La variation totale des stocks de carbone des sols des terres converties en terres cultivées est calculée à l'aide de l'Équation 3.3.12 ci-dessous :

<p>ÉQUATION 3.3.12</p> <p>VARIATION ANNUELLE DES STOCKS DE CARBONE DES SOLS DES TERRES CONVERTIES EN TERRES CULTIVÉES</p> $\Delta C_{TC_{Sols}} = \Delta C_{TC_{Minéraux}} - \Delta C_{TC_{Organiques}} - \Delta C_{TC_{Chaulage}}$

Où : $\Delta C_{TC_{Sols}}$ = variation annuelle des stocks de carbone des sols des terres converties en terres cultivées, tonnes C an⁻¹

$\Delta C_{TC_{\text{Minéraux}}}$ = variation des stocks de carbone des sols minéraux des terres converties en terres cultivées, tonnes C an⁻¹

$\Delta C_{TC_{\text{Organiques}}}$ = émissions annuelles de carbone par les sols organiques des terres converties en terres cultivées (estimées en tant que flux annuel net), tonnes C an⁻¹

$\Delta C_{TC_{\text{Chaulage}}}$ = émissions annuelles de carbone résultant de l'application de chaux agricole sur les terres converties en terres cultivées, tonnes C an⁻¹

Les critères relatifs au choix de la méthode d'estimation sont semblables à ceux présentés pour les sols des terres cultivées permanentes. Les facteurs clés incluent le type et la durée de la conversion, l'existence de données spécifiques au pays appropriées pour l'estimation des stocks de carbone des sols de référence, de la variation des stocks et des facteurs d'émissions.

Tous les pays devront s'efforcer d'améliorer les méthodes d'inventaire et de notification en recherchant le niveau le plus élevé compte tenu des circonstances nationales. Les *bonnes pratiques* consistent à utiliser une méthodologie de Niveau 2 ou 3 si les émissions et absorptions de carbone des terres converties en terres cultivées représentent une catégorie clé et si les matières organiques des sols sont considérées comme une sous-catégorie significative conformément aux critères présentés au Chapitre 5. Les pays devront utiliser le diagramme décisionnel à la Figure 3.1.2 qui facilitera le choix de la méthode.

3.3.2.2.1.1 Choix de la méthode

Sols minéraux

La méthode de Niveau 1 est fondée sur les *Lignes directrices du GIEC* (Émissions et absorptions de CO₂ par les sols résultant de l'utilisation et de la gestion des terres, Section 5.3), à l'aide de l'Équation 3.3.3, à la suite d'une conversion des terres. Les méthodes de Niveau 1 utilisent uniquement des valeurs par défaut pour les stocks de carbone de référence et les facteurs de variation des stocks, et des données relativement groupées sur la localisation et les taux de conversion des terres.

Au Niveau 1, les stocks initiaux (pré-conversion) de carbone des sols (COS_(0-T)) sont calculés à partir des mêmes stocks de carbone des sols de référence (COS_{REF}) utilisés pour toutes les utilisations des terres (Tableau 3.3.3), ainsi que des facteurs de variation des stocks (F_{UT}, F_G, F_A) appropriés pour l'utilisation antérieure des terres, comme indiqué au Tableau 3.3.9 (voir aussi les Sections 3.2.1.3 Sols forestiers, et 3.4.1.2 Sols des prairies). Pour les terres non exploitées, ainsi que pour les forêts gérées et les pâturages à régimes de perturbations peu importants, on suppose que les stocks de carbone correspondent aux valeurs de référence (en d'autres termes, que les facteurs d'utilisation des terres, gestion et apports ont une valeur de 1). On estime les stocks de carbone des sols actuels (COS₀) des terres converties en terres cultivées exactement de la même façon que les terres cultivées permanentes, c'est-à-dire en utilisant les stocks de carbone de référence (Tableau 3.3.3) et des facteurs de variation des stocks (Tableau 3.3.9). Les taux annuels d'émissions (source) ou d'absorptions (puits) sont le produit de la différence des stocks (dans le temps) divisée par la période d'inventaire (valeur par défaut : vingt ans).

Les calculs de COS₀ et COS_(0-T) et de la variation nette des stocks de carbone des sols par ha de superficie terrestre s'effectuent comme suit :

Étape 1 : Sélectionner la valeur des stocks de carbone de référence (COS_{REF}), en fonction du type de climat et de sol, pour chaque superficie inventoriée.

Étape 2 : Calculer les stocks de carbone avant conversion (COS_(0-T)) des terres converties en terres cultivées, à partir des stocks de carbone de référence et de l'utilisation et gestion antérieures des terres, qui déterminent les facteurs d'utilisation des terres (F_{UT}), gestion (F_G) et apports (F_A). On notera que lorsque les terres converties étaient des terres forestières ou des prairies naturelles, les stocks avant conversion sont les mêmes que les stocks de carbone de référence des sols naturels.

Étape 3 : Calculer COS₀ en répétant l'étape 2 avec les mêmes stocks de carbone de référence (COS_{REF}), mais avec des facteurs d'utilisation des terres, gestion et apports représentatifs des conditions des terres converties en terres cultivées.

Étape 4 : Calculer la variation annuelle moyenne des stocks de carbone des sols pour la superficie pour la période d'inventaire ($\Delta C_{CC_{\text{Minéraux}}}$).

Exemple : Pour une forêt sur un sol volcanique dans un environnement tropical humide : COS_{REF} = 70 tonnes C ha⁻¹. Pour tous les sols forestiers (et pour les prairies naturelles) les valeurs par défaut pour les facteurs de variation des stocks (F_{UT}, F_G, F_A) sont toutes égales à 1 ; COS_(0-T) est donc 70 tonnes C ha⁻¹. Si les terres sont converties en terres de cultures annuelles, avec travail du sol intensif et apports à faibles résidus carbonés, COS₀ = 70 tonnes C ha⁻¹ • 0,58 • 1 • 0,91 = 36,9 tonnes C ha⁻¹. Par conséquent, la variation annuelle moyenne des stocks de carbone des sols pour la superficie pendant la période d'inventaire est : (36,9 tonnes C ha⁻¹ - 70 tonnes C ha⁻¹) / 20 ans = -1,7 tonne C ha⁻¹ an⁻¹.

Les *Lignes directrices du GIEC* contiennent également des estimations pour la variation des stocks de carbone associée à la conversion temporaire en terres cultivées que constitue la culture itinérante. Dans ce cas, les

facteurs de variation des stocks ne sont pas les mêmes que ceux utilisés pour une conversion permanente, et la variation des stocks de carbone des sols dépendra de la durée du cycle de jachère (régénération de la végétation). Les stocks de carbone des sols calculés pour la culture itinérante représentent une moyenne pour le cycle culture-jachère. Dans le cas d'une jachère longue, la végétation non cultivée (forêts, savanes) revient à un état de maturité ou de quasi maturité avant le défrichage suivant à des fins agricoles, alors qu'avec une jachère courte, la végétation n'a pas le temps d'être régénérée avant le défrichage suivant. Si des terres de cultures itinérantes sont converties en terres cultivées permanentes (ou autres utilisations des terres), les facteurs des stocks représentant la culture itinérante fourniront les stocks de carbone « initiaux » dans les calculs des variations après conversion.

La méthode de Niveau 2 pour les sols minéraux utilise aussi l'Équation 3.3.3, mais avec des facteurs de stocks de carbone spécifiques au pays ou à la région et/ou des facteurs de variation des stocks et des données d'activités sur l'utilisation des terres plus sub-divisées.

Sols organiques

Aux Niveaux 1 et 2, les sols organiques convertis en terres cultivées pendant la période d'inventaire sont traités comme les sols organiques de cultures à long terme, à savoir qu'on applique un facteur d'émissions constant, basé sur le régime climatique (voir Équation 3.3.5 et Tableau 3.3.5). Au Niveau 2, des facteurs d'émissions sont obtenus à partir de données nationales ou régionales.

Sols minéraux et organiques

Pour les sols minéraux et organiques, les méthodes de Niveau 3 feront appel à des modèles plus détaillés et spécifiques au pays et/ou des méthodes fondées sur des mesures, ainsi que des données très sub-divisées sur l'utilisation et la gestion des terres. A ce niveau, les méthodes d'estimation de la variation des stocks de carbone des sols résultant des conversions en terres cultivées devront employer des modèles et des ensembles de données capables de représenter des transitions dans le temps entre des utilisations des terres et des types de végétation différents, y compris forêts, savanes, prairies, et terres cultivées. Ces méthodes doivent être intégrées aux estimations sur l'élimination de la biomasse et le traitement post-défrichage des résidus végétaux (y compris les débris ligneux et la litière), étant donné que les variations de l'élimination et du traitement des résidus (brûlage, préparation du site, etc.) influenceront sur l'absorption de carbone par les matières organiques des sols et les pertes de carbone dues à la décomposition et à la combustion. Les modèles doivent impérativement être validés par des observations indépendantes à partir de sites sur le terrain spécifiques au pays ou à la région et représentatifs des interactions entre le climat, les sols, la végétation et la variation des stocks de carbone des sols après conversion.

Chaulage

Dans le cas d'application de chaux agricole aux terres converties en terres cultivées, les méthodes d'estimation des émissions de CO₂ résultant du chaulage sont les mêmes que celles décrites pour les Terres cultivées restant terres cultivées, à la Section 3.3.1.2.1.1.

3.3.2.2.1.2 Choix des facteurs d'émissions/d'absorptions

Sols minéraux

Les variables suivantes sont nécessaires pour la mise en oeuvre d'une méthodologie de Niveau 1 ou 2 :

Stocks de carbone de référence (COS_{REF})

Niveau 1 : Au Niveau 1, les *bonnes pratiques* consistent à utiliser les valeurs par défaut des stocks de carbone de référence (COS_{REF}) figurant au Tableau 3.3.3. Ces valeurs sont plus à jour que celles indiquées dans les *Lignes directrices du GIEC* et ont été améliorées comme suit : i) les estimations ont été obtenues statistiquement à partir de récentes compilations des profils des sols à végétation naturelle, ii) les sols « spodiques » (dits podzols de zone boréale et tempérée dans la nomenclature de la Base de référence mondiale pour les ressources en sols (WRB), et spodosols dans la nomenclature de l'USDA) sont inclus dans une catégorie séparée, iii) les sols de la zone climatique boréale ont été inclus.

Niveau 2 : Au Niveau 2, on peut calculer les stocks de carbone des sols de référence à partir de mesures au sol, par exemple, dans le cadre de relevés des sols et de cartographie nationaux. Il est important d'utiliser des descriptions taxonomiques fiables des sols mesurés afin de grouper les sols dans les catégories définies au Tableau 3.3.3 ou de toujours bien documenter les définitions des groupes de la classification des sols dans le cas d'une sub-division plus poussée des stocks de carbone des sols de référence. L'utilisation de données spécifiques au pays pour les estimations des stocks de carbone de référence offre plusieurs avantages, notamment des valeurs plus exactes et plus représentatives pour un pays individuel et la capacité à mieux estimer les fonctions de distribution de probabilité qui peuvent être utilisées dans une analyse de l'incertitude officielle.

Facteurs de variation des stocks (F_{UT}, FR_{RG}, F_A)

Niveau 1 : Au Niveau 1, les *bonnes pratiques* consistent à utiliser les facteurs de variation des stocks par défaut (F_{UT}, FR_{RG}, F_A) figurant au Tableau 3.3.9. Ces facteurs ont été mis à jour par rapport à ceux des *Lignes directrices du GIEC*, après analyse statistique des publications scientifiques. Les définitions guidant le choix des valeurs des facteurs appropriés sont présentées dans le tableau. Des facteurs de variation des stocks sont utilisés pour

l'estimation des stocks après conversion (COS_0) et avant conversion ($COS_{(0-T)}$) ; les valeurs varieront en fonction des conditions d'utilisation et de la gestion des terres avant et après conversion. On notera que lorsque des forêts ou des prairies naturelles ont été converties en terres cultivées, tous les facteurs de variation des stocks ont une valeur égale à un, de sorte que les stocks de carbone avant conversion sont égaux aux valeurs de référence de la végétation naturelle (COS_{REF}).

Niveau 2 : Avec la méthodologie de Niveau 2, en général, l'estimation des facteurs de variation des stocks de carbone spécifiques au pays pour les terres converties en terres cultivées sera basée sur des comparaisons de parcelles appariées représentant des terres converties et non converties, où tous les facteurs autres que l'historique de l'utilisation des terres sont les plus similaires possible (Davidson et Ackermann, 1993, par exemple). Idéalement, on détermine plusieurs emplacements d'échantillonnage représentant une utilisation des terres donnée à des dates différentes depuis la conversion, pour obtenir une chronoséquence (Neill *et al.*, 1997, par exemple). Étant donné le petit nombre d'expériences à long terme reproduites pour les conversions de terres, les facteurs de variation des stocks et les facteurs d'émissions pour les conversions de terres auront une incertitude plus élevée que ceux pour les terres cultivées permanentes. Lors de l'évaluation d'études existantes ou de la mise en oeuvre de nouvelles mesures, les parcelles comparées doivent avoir un historique et une gestion avant la conversion similaires, des positions topographiques et des propriétés physiques des sols similaires, et doivent être proches les unes des autres. Pour les terres cultivées permanentes, les données nécessaires incluent les stocks de carbone (masse par superficie unitaire à une profondeur spécifiée) pour chaque utilisation des terres (et des points temporels pour une chronoséquence). Comme décrit précédemment dans la section Terres cultivées restant terres cultivées, en l'absence de données spécifiques permettant de choisir une autre profondeur, conformément aux *bonnes pratiques*, on comparera les facteurs de variation des stocks à une profondeur minimum de 30 cm (profondeur utilisée pour les calculs de Niveau 1). Il peut être utile d'estimer les variations à une profondeur supérieure si on dispose d'un nombre suffisant d'études et si on peut mettre en évidence des différences des stocks statistiquement significatives résultant de la gestion des terres. Il est très important, toutefois, d'utiliser la même profondeur pour l'estimation des stocks de carbone de référence (COS_{REF}) et des facteurs de variation des stocks (F_{UT} , F_G , F_A).

Sols organiques

Aux **Niveaux 1 et 2**, le choix des facteurs d'émissions de carbone par les sols organiques récemment convertis en terres cultivées suivra les mêmes procédures que celles décrites précédemment à la section Terres cultivées restant terres cultivées.

Type de valeur de facteur	Niveau	Régime climatique	Valeur par défaut des Lignes directrices	Erreur [#]	Définition
Utilisation des terres	Forêt ou prairie naturelle (non-dégradée)	Tempéré	1	S/O	Représente des forêts et prairies naturelles ou à long terme, non dégradées et à gestion durable.
		Tropical	1	S/O	
Utilisation des terres	Culture itinérante – jachère courte	Tropical	0,64	$\pm 50\%$	Culture itinérante permanente, dans laquelle des forêts tropicales ou des terres boisées sont défrichées pour permettre la plantation de cultures annuelles pendant un certain temps (3-5 ans, par exemple), puis abandonnées.
	Culture itinérante – jachère longue	Tropical	0,8	$\pm 50\%$	
Utilisation des terres, gestion et apports	Forêts gérées	Voir Équation 3.2.14 et texte associé			
Utilisation des terres, gestion et apports	Prairies gérées	Voir valeurs par défaut au Tableau 3.4.5			
Utilisation des terres, gestion et apports	Terres cultivées	Voir valeurs par défaut au Tableau 3.3.4			
[#] Représente une estimation d'erreur nominale, équivalente à deux fois l'écart type, en tant que pourcentage de la moyenne. S/O signifie « Sans Objet », lorsque des valeurs de facteurs sont des valeurs de référence définies.					

3.3.2.2.1.3 Choix des données d'activités

Sols minéraux et organiques

Les pays devront avoir, au minimum, des estimations de superficies de terres converties en terres cultivées pendant la période d'inventaire. Si les données sur l'utilisation et la gestion des terres sont insuffisantes, on peut utiliser des données mondiales (statistiques de la FAO sur les conversions de terres, etc.) comme point de départ, conjointement avec des données fournies par des experts nationaux sur la distribution approximative des types de

terres converties (superficiés des forêts et des prairies et types de sols respectifs, par exemple) et données sur les pratiques agricoles utilisées sur les nouvelles terres cultivées. Une comptabilisation plus détaillée est possible par l'analyse d'images sur l'utilisation des terres et des types de couverture terrestre, télédéteçtées périodiquement, par échantillonnage sur le terrain périodique des types d'utilisation des terres, ou par des systèmes d'inventaires hybrides. Les estimations des conversions en terres cultivées devront être stratifiées par grands types de sols, selon les définitions du Niveau 1, ou fondées sur des stratifications spécifiques au pays avec une méthodologie de Niveau 2 ou 3. On peut pour cela utiliser des recouvrements avec des cartes des sols appropriées et des données spatialement explicites sur l'emplacement des conversions.

3.3.2.2.1.4 Évaluation de l'incertitude

Dans la plupart des cas, les conversions en terres cultivées sont à l'origine d'émissions du carbone des sols, et, par conséquent, des estimations exactes des superficies converties en terres cultivées seront les données les plus importantes pour réduire l'incertitude générale. En raison des stocks de carbone naturel élevés et du potentiel de pertes important des sols organiques, les conversions en terres cultivées sur ces sols, et sur des sols minéraux de zones humides et des sols volcaniques, sont particulièrement importantes. Une surveillance directe des stocks (et des émissions) de carbone avant et après (pendant plusieurs années) la conversion en terres cultivées, au même emplacement, représente le meilleur moyen de réduire l'incertitude des estimations des variations de stocks et des facteurs d'émissions pour les terres récemment (<20 ans) converties en terres cultivées. Cependant, des données basées sur des estimations indirectes, dites chronoséquences, pour des conversions en terres cultivées à des dates et emplacements différents, sont plus courantes. L'incertitude des estimations obtenues à partir de chronoséquences sera plus élevée que celle associée à une surveillance directe dans le temps. Lors de l'établissement et de l'évaluation de chronoséquences, il est important de choisir des superficies les plus similaires possible pour ce qui est de la végétation d'origine, du type de sol et de l'emplacement ; la principale différence étant la période écoulée depuis la conversion. Les estimations devront être basées sur plusieurs chronoséquences. L'évaluation de l'incertitude générale nécessitera la combinaison des incertitudes associées aux données sur la variation des stocks et aux facteurs d'émissions pour des superficies converties en terres cultivées.

3.3.2.3 ÉMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE SANS CO₂

La présente section examine l'augmentation des émissions de N₂O résultant de la conversion de terres forestières, prairies et autres terres en terres cultivées. Cette augmentation est prévisible, en raison de la minéralisation (conversion en forme inorganique) plus importante des matières organiques des sols (MOS) qui se produit en général à la suite de la conversion. La minéralisation entraîne non seulement une perte nette du carbone des sols, et donc une émission nette de CO₂ (Section 3.3.2.2.1.2), mais également une conversion en ammonium et nitrate de l'azote présent dans les MOS. L'activité microbienne dans les sols transforme une partie de l'ammonium et du nitrate présents en N₂O. Par conséquent, une augmentation du substrat microbien due à une diminution nette des MOS entraînera probablement une augmentation des émissions nettes de N₂O. On utilisera le même facteur d'émissions (FE₁) que celui utilisé pour les émissions directes par les terres agricoles cultivées depuis longtemps (voir Agriculture, *GPG2000*) ; cette méthode a la même base logique, à savoir que l'azote (N) transformé en forme inorganique dans les sols, suite à la minéralisation, a la même valeur en tant que substrat pour les organismes qui produisent du N₂O par nitrification et dénitrification, quelle que soit la source organique, matières organiques des sols dans le cas des conversions en terres cultivées, racines et résidus végétaux après les récoltes, ou apports d'engrais organiques, comme dans le cas des émissions de N₂O examinées dans les *Lignes directrices du GIEC*, Chapitre 4 Agriculture et *GPG2000*.

Les recommandations sur l'estimation des émissions de gaz traces (N₂O, NO_x, CH₄ et CO) résultant de la combustion de biomasse sur site et hors site sont présentées à la Section 3.2.1.4.

Le taux d'oxydation du méthane des couches arables aérées peut varier à la suite de conversions en terres cultivées. Toutefois, le peu de données dont on dispose ne permet pas d'examiner la question de la diminution de l'oxydation dans le présent rapport. L'évolution des connaissances devrait permettre des études plus complètes sur les effets des activités sur les taux d'oxydation du méthane.

3.3.2.3.1 QUESTIONS METHODOLOGIQUES

EMISSIONS D'OXYDE D'AZOTE PAR LES SOLS MINERAUX

3.3.2.3.1.1 Choix de la méthode

Les émissions totales de N₂O sont équivalentes à la somme de toutes les émissions de N₂O résultant des conversions de terres, comme indiqué aux Équations 3.3.13 et 3.3.14. Ce sont des émissions dues à la minéralisation des matières organiques des sols résultant de la conversion de forêts, prairies, établissements ou autres terres en terres cultivées.

ÉQUATION 3.3.13
ÉMISSIONS ANNUELLES TOTALES DE N₂O PAR LES SOLS MINÉRAUX DES TERRES CONVERTIES EN TERRES CULTIVÉES

$$\text{Total N}_2\text{O-N}_{\text{conv}} = \sum_i \text{N}_2\text{O-N}_{\text{conv},i}$$

Où : $\text{Total N}_2\text{O-N}_{\text{conv}}$ = émissions annuelles totales de N₂O par les sols minéraux des terres converties en terres cultivées, kg N₂O-N an⁻¹

$\text{N}_2\text{O-N}_{\text{conv},i}$ = émissions de N₂O résultant du type de conversion des terres *i*, kg N₂O-N an⁻¹

Émissions dues à la fertilisation : Les émissions de N₂O résultant de l'application d'azote pendant l'utilisation antérieure des terres (forêts ou prairies gérées) et la nouvelle utilisation (terres cultivées) sont calculées dans une autre partie de l'inventaire (GPG 2000) et ne doivent pas être présentées ici, pour prévenir le risque de double comptage.

ÉQUATION 3.3.14
ÉMISSIONS DE N₂O A LA SUITE DE LA PERTURBATION ASSOCIÉE A LA CONVERSION DE TERRES FORESTIÈRES, PRAIRIES, OU AUTRES TERRES EN TERRES CULTIVÉES

$$\text{N}_2\text{O-N}_{\text{conv}} = \text{N}_2\text{O}_{\text{net-min-N}}$$

$$\text{N}_2\text{O}_{\text{net-min-N}} = \text{FE}_1 \bullet \text{N}_{\text{net-min}}$$

Où : $\text{N}_2\text{O-N}_{\text{conv}}$ = émissions de N₂O à la suite de la perturbation associée à la conversion de terres forestières, prairies ou autres terres en terres cultivées, kg N₂O-N an⁻¹

$\text{N}_2\text{O}_{\text{net-min-N}}$ = émissions supplémentaires résultant du changement d'affectation des terres, kg N₂O-N an⁻¹

$\text{N}_{\text{net-min}}$ = émissions annuelles d'azote résultant de la minéralisation nette des matières organiques des sols à la suite de la perturbation, kg N an⁻¹

FE_1 = facteur d'émissions par défaut du GIEC utilisé pour calculer les émissions par les terres cultivées dues aux apports d'azote, sous forme d'engrais minéraux, fumier, ou résidus de cultures, kg N₂O-N/kg N (la valeur par défaut est 0,0125 kg N₂O-N/kg N)

Remarque : Multiplier $\text{N}_2\text{O-N}_{\text{conv}}$ par 44/28 et 10⁻⁶ pour obtenir les émissions de N₂O en Gg N₂O an⁻¹

L'azote (N) émis par la minéralisation nette, $\text{N}_{\text{net-min}}$, peut être calculé après calcul du carbone minéralisé des sols pendant la même période (vingt ans). La méthode par défaut suppose un rapport constant C/N dans les matières organiques des sols pendant cette période :

ÉQUATION 3.3.15
ÉMISSIONS ANNUELLES D'AZOTE DUES A LA MINÉRALISATION ORGANIQUE NETTE DES SOLS A LA SUITE DE LA PERTURBATION (BASE SUR LE C MINÉRALISÉ DES SOLS)

$$\text{N}_{\text{net-min}} = \Delta\text{C}_{\text{TC}_{\text{Minéraux}}} \bullet \text{rapport } 1 / \text{C/N}$$

Où : $\text{N}_{\text{net-min}}$ = émissions annuelles d'azote résultant de la minéralisation nette des matières organiques des sols à la suite de la perturbation, kg N an⁻¹

$\Delta\text{C}_{\text{TC}_{\text{Minéraux}}}$ = valeurs obtenues avec l'Équation 3.3.12 (voir aussi Section 3.3.2.2.1.1), dans le cas de l'application à une superficie de terres converties en terres cultivées (voir Section 3.3.2.2.1.), kg C an⁻¹

rapport C/N = rapport par masse de C et de N dans les matières organiques des sols (MOS), kg C (kg N)⁻¹

Niveau 1 : Utiliser des valeurs par défaut et une sub-division spatiale minimale avec les Équations 3.3.13 et 3.3.14.

Niveau 2 : Des mesures réelles des rapports C/N dans les MOS spécifiques à la région amélioreront les calculs des émissions de N₂O après la conversion.

Niveau 3 : La méthodologie de Niveau 3 fait appel à une simulation plus dynamique des émissions, avec des modèles de processus, fondés sur des données spécifiques à la région, quelquefois spatialement explicites, qui prennent en compte des caractéristiques locales des conversions en terres cultivées.

3.3.2.3.1.2 Choix des facteurs d'émissions

Les facteurs suivants seront nécessaires :

- **FE₁**: Le facteur d'émissions pour le calcul des émissions de N₂O dues à l'azote des sols. La valeur par défaut globale est de 0,0125 kg N₂O-N/kg N, basée sur le facteur d'émissions par défaut général utilisé pour les émissions de N₂O au Chapitre 4 (Agriculture) des *Lignes directrices du GIEC*.
- **Le carbone (C) libéré** est calculé à l'aide de l'Équation 3.3.3.
- **Rapport C/N** : Le rapport C/N dans les matières organiques des sols a une valeur par défaut de 15. Cette valeur reflète le rapport C/N pour les sols des forêts ou prairies, qui est plus élevé que ceux des sols des terres cultivées (en général de l'ordre de 8 à 12).

L'encadré ci-dessous indique comment améliorer les estimations d'émissions, par analogie avec le texte équivalent dans *GPG2000*.

ENCADRE 3.3.1

BONNES PRATIQUES POUR L'OBTENTION DE FACTEURS D'ÉMISSIONS SPÉCIFIQUES AU PAYS

Les points suivants s'appliqueront, lorsqu'on peut mettre en œuvre des méthodologies de niveaux supérieurs :

Pour que les facteurs d'émissions de N₂O soient représentatifs de l'environnement et de la gestion du pays, des mesures devront être effectuées dans les principales régions de cultures du pays, pour toutes les saisons, et, s'il y a lieu, dans des régions qui ont des caractéristiques géographiques, des sols et des régimes de gestion différents. Les facteurs des sols, tels que la texture et le drainage, la température et l'humidité, influenceront sur les FE (Firestone et Davidson, 1989 ; Dobbie *et al.*, 1999).

Des modèles de simulation validés, calibrés et bien documentés pourront être utiles pour l'établissement de facteurs d'émissions de N₂O moyennés par superficie à partir de mesures.

Pour ce qui est de la durée et de la fréquence des mesures, les mesures d'émissions de N₂O devront être effectuées pendant une année complète (y compris pendant les périodes de jachère), et de préférence, pendant plusieurs années, afin de refléter les différences météorologiques et la variabilité climatique interannuelle. Les mesures devront être fréquentes pendant la période initiale après la conversion.

3.3.2.3.1.3 Choix des données d'activités

S_{conv} : La superficie des terres converties est requise. Au Niveau 1, S_{conv} a une seule valeur, mais au Niveau 2 elle est sub-divisée par types de conversions.

3.3.3 Exhaustivité

Une série de données complète pour les estimations des superficies terrestres contient, au minimum, la superficie des terres dans les limites territoriales nationales qui sont considérées comme des terres cultivées pendant la période couverte par les relevés d'utilisation des terres ou par d'autres sources de données, et pour lesquelles les émissions et absorptions de gaz à effet de serre sont estimées dans le secteur UTCATF. La superficie totale couverte par la méthodologie d'inventaire des terres cultivées est la somme des terres restant terres cultivées et des terres converties en terres cultivées pendant cette période. Cette méthodologie peut ne pas inclure certaines terres cultivées pour lesquelles on estime que les émissions et absorptions de gaz à effet de serre sont insignifiantes ou constantes dans le temps (terres cultivées non ligneuses sans changement de gestion ou d'affectation des terres, par exemple). Par conséquent, la superficie totale des terres cultivées couvertes par les estimations peut être inférieure à la superficie totale de terres cultivées dans les limites territoriales nationales. Dans ce cas, les *bonnes pratiques* consistent à documenter et expliquer la différence entre les superficies dans l'inventaire et les terres cultivées totales dans les limites territoriales. Les pays sont invités à examiner dans le temps la superficie totale des terres cultivées dans les limites territoriales, en documentant clairement les parties utilisées pour les estimations d'émissions et d'absorptions de dioxyde de carbone. Comme indiqué au Chapitre 2, toutes les terres cultivées, y compris celles non couvertes par l'inventaire, devront être incluses dans les vérifications de la cohérence pour prévenir le risque de double comptage ou d'omission. Une fois ajoutées aux estimations des superficies pour les autres utilisations de terres, les données sur les superficies des terres cultivées permettront l'évaluation complète de la base terrestre présentée dans le rapport d'inventaire (secteur UTCATF) du pays.

Les pays qui utilisent des méthodes de Niveaux 2 ou 3 pour les bassins de la biomasse et des sols des terres cultivées devront présenter des séries de données sur les superficies des terres cultivées plus détaillées dans leurs inventaires. Ils pourront, par exemple, sub-diviser la superficie des terres cultivées par grands types de climat et de sol, et ceci pour les terres cultivées inventoriées et non inventoriées. Lorsque l'inventaire inclut des superficies sub-divisées, les *bonnes pratiques* consistent à utiliser les mêmes classifications de superficies pour les bassins de la biomasse et des sols. Ceci assure cohérence et transparence, permet l'utilisation efficace des relevés des sols et autres outils de collecte de données, et l'établissement de liens explicites entre les émissions et absorptions de dioxyde de carbone et les bassins de la biomasse et des sols.

3.3.4 Établissement de séries temporelles cohérentes

Pour établir des séries temporelles cohérentes, conformément aux *bonnes pratiques*, les pays devront conserver des données sur les superficies de terres cultivées utilisées dans les rapports d'inventaire dans le temps. Ces données devront suivre la superficie totale des terres cultivées incluse dans l'inventaire, sub-divisée en terres restant terres cultivées et terres converties en terres cultivées. Les pays sont invités à inclure une estimation de la superficie totale de terres cultivées dans les limites territoriales. Pour assurer la cohérence temporelle des estimations des superficies, les utilisations des terres devront être clairement définies et rester constantes. Si ces

définitions sont modifiées, conformément aux *bonnes pratiques*, on documentera clairement ces modifications. On veillera également à la cohérence des définitions pour chaque type de terres cultivées et de systèmes de gestion inclus dans l'inventaire. De plus, l'utilisation de données historiques sur les conversions de terres pourra faciliter l'estimation correcte des émissions et absorptions de carbone pour plusieurs périodes. Même si un pays ne peut pas utiliser de données historiques pour ses inventaires actuels, l'amélioration des pratiques d'inventaires pour permettre de retracer des conversions dans le temps sera utile pour les futurs inventaires.

3.3.5 Notification et documentation

Les catégories décrites à la Section 3.3 peuvent être notifiées à l'aide des tableaux de notification de l'Appendice 3A.2. Les estimations dans la catégorie terres cultivées peuvent être comparées aux catégories de notification des *Lignes directrices du GIEC* comme suit :

- Émissions et absorptions de dioxyde de carbone de la biomasse des terres cultivées restant terres cultivées avec la catégorie de notification 5A du GIEC, Évolution de la biomasse ligneuse ;
- Émissions et absorptions de dioxyde de carbone des sols des terres cultivées restant terres cultivées avec la catégorie de notification 5D du GIEC, Variations du carbone des sols ; et
- Émissions et absorptions de dioxyde de carbone résultant des conversions des terres en terres cultivées avec la catégorie de notification 5B du GIEC pour la biomasse, la catégorie de notification 5D du GIEC pour les sols, et la catégorie de notification 5E du GIEC pour les gaz sans CO₂.

Conformément aux *bonnes pratiques*, on conservera et archivera toutes les données utilisées pour le calcul des estimations des inventaires nationaux. Les sources de métadonnées et données utilisées pour l'estimation des facteurs spécifiques au pays devront être documentées, avec indication des estimations de moyenne et de variance. Les bases de données et procédures utilisées pour le traitement des données (programmes statistiques, etc.) pour l'estimation de facteurs spécifiques au pays devront être archivées. Les données d'activités et les définitions utilisées pour leur sub-division ou groupement devront être documentées et archivées. Les procédures utilisées pour classer les données d'activités par types de climat et de sol (pour les Niveaux 1 et 2) devront être clairement documentées. Pour ce qui est de la modélisation utilisée par la méthodologie au Niveau 3, les versions et l'identification des modèles devront être documentées. Dans le cas de modèles dynamiques, des copies de tous les fichiers d'entrées du modèle et des copies du code source du modèle et des programmes exécutables devront être archivés de façon permanente.

3.3.6 Assurance de la qualité/Contrôle de la qualité (AQ/CQ) de l'inventaire

Les *bonnes pratiques* consistent à effectuer des contrôles de la qualité et des examens par des experts externes pour les estimations et données d'inventaires. On prêterait particulièrement attention aux estimations spécifiques au pays des variations des stocks et facteurs d'émissions pour vérifier qu'elles s'appuient sur des données de qualité et sur l'opinion vérifiable d'experts.

Les vérifications AQ/CQ suivantes s'appliquent spécifiquement à la méthodologie relative aux terres cultivées :

Terres cultivées restant terres cultivées : Les estimations des sols des terres cultivées peuvent être fondées sur des données de superficies qui incluent des cultures ligneuses vivaces et des cultures annuelles, alors que les estimations de biomasse reposent sur des données de superficies concernant uniquement des cultures ligneuses vivaces. En conséquence, les estimations des superficies sous-jacentes à la biomasse et des sols des terres cultivées restant terres cultivées peuvent différer, les estimations de la biomasse étant basées sur une superficie inférieure à celle des estimations des sols. Ceci sera le cas la plupart du temps, sauf dans les pays où les terres cultivées sont composées exclusivement de cultures ligneuses vivaces ou lorsque la gestion et l'utilisation des terres est constante pour des cultures annuelles.

Terres converties en terres cultivées : Les totaux globaux des superficies des terres converties en terres cultivées devront être les mêmes dans les estimations de la biomasse et des sols. Même si les bassins de la biomasse et des sols peuvent être sub-divisés à des niveaux différents, on devra utiliser les mêmes catégories générales pour la sub-division des données sur les superficies.

Pour toutes les estimations des variations des stocks de carbone des sols aux Niveaux 1 ou 2, les superficies totales pour chaque combinaison de type de climat/sol devront être les mêmes pour le début (année_(0-T)) et la fin (année₍₀₎) de la période d'inventaire (voir Équation 3.3.4).

3.3.7 Estimation des valeurs par défaut GPG de Niveau 1 révisées pour les émissions/absorptions de carbone des sols des terres cultivées (voir Tableau 3.3.4)

Des facteurs de gestion des terres cultivées ont été calculés pour le travail du sol, les apports, les mises en réserve des terres, et la conversion des prairies ou des terres forestières. Le facteur de conversion d'utilisation des terres représente la perte de carbone qui se produit après vingt ans de cultures continues. Les facteurs relatifs au travail du sol représentent l'impact du changement du régime de gestion, passant d'un travail du sol traditionnel, avec retournement complet du sol, à des pratiques conservatrices, sans travail du sol ou avec travail du sol réduit. Une gestion sans travail représente un ensemencement direct, sans travail préalable du sol. Un travail du sol réduit inclut un certain travail, mais sans retournement complet du sol ; il laisse, en général, plus de 60 pour cent de la surface du sol couverte de résidus, et inclut des pratiques de type cultivateurs sous-soleurs, paillage, et cultures sur billons. Les facteurs d'apports représentent l'effet du changement d'apports de carbone par la plantation de cultures plus productives, l'intensification des cultures ou l'application d'engrais ; les facteurs d'apports incluent les systèmes de cultures à apports faibles, moyens et élevés, et élevés avec fumier. Des facteurs d'apports faibles représentent des cultures à faibles résidus, des rotations avec jachère nue, ou des systèmes de cultures dans lesquels les résidus sont brûlés ou transférés. Des systèmes de cultures à apports moyens représentent des cultures céréalières dans lesquelles les résidus retournent au sol ou des rotations recevant des apports organiques qui, sinon, seraient considérées comme des apports faibles en raison de l'élimination des résidus. Des rotations à apports élevés ont des cultures à résidus élevés, des cultures de couverture, des jachères avec végétation, ou des années de couvert herbacé (foin, pâturages, etc.) pendant la rotation. Les facteurs de travail du sol et d'apports représentent l'effet sur les stocks de carbone après vingt ans depuis le changement de gestion. Les facteurs de mise en réserve représentent l'effet de la mise en réserve temporaire de terres cultivées qui sont mises hors production et ont une végétation herbacée pendant une période pouvant atteindre vingt ans.

Les données ont été synthétisées sur des modèles linéaires à effets mixtes, qui prennent en compte les effets fixes et les effets aléatoires. Les effets fixes incluaient la profondeur, le nombre d'années depuis le changement de gestion, et le type de changement de gestion (travail du sol réduit ou pas de travail du sol, etc.). Pour la profondeur, les données n'ont pas été regroupées mais incluaient des stocks de carbone mesurés pour chaque augmentation de profondeur (0-5 cm, 5-10 cm, et 10-30 cm) en tant que point séparé dans l'ensemble de données. De même, les données des séries temporelles n'ont pas été groupées, bien que ces mesures aient été effectuées sur les mêmes parcelles. Par conséquent, des effets aléatoires ont été utilisés pour tenir compte de l'interdépendance des données des séries temporelles et de l'interdépendance entre les points de données représentant des profondeurs différentes pour une même étude. Les données ont été transformées avec une transformation log-naturel lorsque la normalité et l'homogénéité de la variance ne correspondaient pas aux hypothèses des modèles variance (des valeurs rétro-transformées sont indiquées dans les tableaux). Les facteurs représentent l'effet des pratiques de gestion à vingt ans pour les 30 cm supérieurs du sol, à l'exception du facteur de conversion d'utilisation des terres, qui représente la perte moyenne de carbone à vingt ans ou plus après la conversion. Les utilisateurs de cette méthode de comptabilisation du carbone peuvent calculer approximativement la variation annuelle des stocks de carbone en divisant l'estimation de l'inventaire par vingt. La variance a été calculée pour chaque valeur de facteur et peut être utilisée pour établir des fonctions de distribution de probabilité avec une densité normale.

REFERENCES UTILISEES POUR L'ANALYSE A LA SECTION 3.3.7

- Agbenin, J.O. et J.T. Goladi. (1997). Carbon, nitrogen and phosphorus dynamics under continuous cultivation as influenced by farmyard manure and inorganic fertilizers in the savanna of northern Nigeria. *Agriculture, Ecosystems and Environment* **63**:17-24.
- Ahl, C., R.G. Joergensen, E. Kandeler, B. Meyer et V. Woehler. (1998). Microbial biomass and activity in silt and sand loams after long-term shallow tillage in central Germany. *Soil and Tillage Research* **49**:93-104.
- Alvarez R., M.E. Russo, P. Prystupa, J.D. Scheiner, et L. Blotta (1998). Soil carbon pools under conventional and no-tillage systems in the Argentine Rolling Pampa. *Agronomy Journal* **90**:138-143.
- Angers, D.A., M.A. Bolinder, M.R. Carter, E.G. Gregorich, C.F. Drury, B.C. Liang, R.P. Voroney, R.R. Simard, R.G. Donald, R.P. Beyaert, et J. Martel. (1997). Impact of tillage practices on organic carbon and nitrogen storage in cool, humid soils of eastern Canada. *Soil and Tillage Research* **41**:191-201.
- Angers, D.A., R.P. Voroney, et D. Cote. (1995). Dynamics of soil organic matter and corn residues affected by tillage practices. *Soil Science Society of America Journal* **59**:1311-1315.
- Baer, S.G., C.W. Rice, et J.M. Blair. (2000). Assessment of soil quality in fields with short and long term enrollment in the CRP. *Journal of Soil and Water Conservation* **55**:142-146.
- Balesdent, J., A. Mariotti, et D. Boisgontier. (1990). Effect of tillage on soil organic carbon mineralization estimated from ¹³C abundance in maize fields. *Journal of Soil Science* **41**:587-596.
- Barber, R.G., M. Orellana, F. Navarro, O. Diaz, et M.A. Soruco. (1996). Effects of conservation and conventional tillage systems after land clearing on soil properties and crop yield in Santa Cruz, Bolivia. *Soil and Tillage Research* **38**:133-152.
- Bauer, A. et A.L. Black. (1981). Soil carbon, nitrogen, and bulk density comparisons in two cropland tillage systems after 25 years and in virgin grassland. *Soil Science Society of America Journal* **45**:166-1170.
- Bayer, C., J. Mielniczuk, T.J.C. Amado, L. Martin-Neto, et S.V. Fernandes. (2000). Organic matter storage in a sandy clay loam Acrisol affected by tillage and cropping systems in southern Brazil. *Soil and Tillage Research* **54**:101-109.
- Bayer, C., J. Mielniczuk, L. Martin-Neto, et P.R. Ernani. (2002). Stocks and humification degree of organic matter fractions as affected by no-tillage on a subtropical soil. *Plant and Soil* **238**:133-140.
- Beare M.H., P.F. Hendrix, et D.C. Coleman. (1994). Water-stable aggregates and organic matter fractions in conventional- and no-tillage soils. *Soil Science Society of America Journal* **58**: 777-786.
- Beyer, L. (1994). Effect of cultivation on physico-chemical, humus-chemical and biotic properties and fertility of two forest soils. *Agriculture, Ecosystems and Environment* **48**:179-188.
- Black, A.L. et D.L. Tanaka. (1997). A conservation tillage-cropping systems study in the Northern Great Plains of the United States. Pages 335-342 *dans* Paul, E.A., K. Paustian, E.T. Elliott, and C.V. Cole (eds). *Soil Organic Matter in Temperate Agroecosystems: Long-term Experiments in North America*. CRC Press. Boca Raton, FL.
- Bordovsky, D.G., M. Choudhary, et C.J. Gerard. (1999). Effect of tillage, cropping, and residue management on soil properties in the Texas rolling plains. *Soil Science* **164**:331-340.
- Borin, M., C. Menini, et L. Sartori. (1997). Effects of tillage systems on energy and carbon balance in north-eastern Italy. *Soil and Tillage Research* **40**:209-226.
- Borresen, T. et A. Njos. (1993). Ploughing and rotary cultivation for cereal production in a long-term experiment on a clay soil in southeastern Norway. 1. Soil properties. *Soil and Tillage Research* **28**:97-108.
- Bowman, R.A. et R.L. Anderson. (2002). Conservation Reserve Program: Effects on soil organic carbon and preservation when converting back to cropland in northeastern Colorado. *Journal of Soil and Water Conservation* **57**:121-126.
- Bremer, E., H.H. Janzen, et A.M. Johnston. (1994). Sensitivity of total, light fraction and mineralizable organic matter to management practices in a Lethbridge soil. *Canadian Journal of Soil Science* **74**:131-138.
- Burke, I.C., W.K. Lauenroth, et D.P. Coffin. (1995). Soil organic matter recovery in semiarid grasslands: implications for the Conservation Reserve Program. *Ecological Applications* **5**:793-801.
- Buschiazzo, D.E., J.L. Panigatti, et P.W. Unger. (1998). Tillage effects on soil properties and crop production in the subhumid and semiarid Argentinean Pampas. *Soil and Tillage Research* **49**:105-116.
- Buyanovsky, G.A., C.L. Kucera, et G.H. Wagner. (1987). Comparative analysis of carbon dynamics in native and cultivated ecosystems. *Ecology* **68**:2023-2031.
- Buyanovsky, G.A. et G.H. Wagner. (1998). Carbon cycling in cultivated land and its global significance. *Global Change Biology* **4**:131-141
- Cambardella, C.A. et E.T. Elliott. (1992). Particulate soil organic-matter changes across a grassland cultivation sequence. *Soil Science Society of America Journal* **56**:777-783.

REFERENCES UTILISEES POUR L'ANALYSE A LA SECTION 3.3.7 (SUITE)

- Campbell C.A. et R.P. Zentner. (1997). Crop production and soil organic matter in long-term crop rotations in the semi-arid northern Great Plains of Canada. Pages 317-334 dans : Paul, E.A., E.T. Elliott, K. Paustian, et C.V. Cole (éds). Soil organic matter in temperate agroecosystems: Long-term experiments in North America. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Campbell, C.A., V.O. Biederbeck, G. Wen, R.P. Zentner, J. Schoenau, et D. Hahn. (1999). Seasonal trends in selected soil biochemical attributes: Effects of crop rotation in the semiarid prairie. *Canadian Journal of Soil Science* **79**:73-84.
- Campbell CA, K.E. Bowren, M. Schnitzer R.P. Zentner, et L. Townley-Smith. (1991). Effect of crop rotations and fertilization on soil organic matter and some biochemical properties of a thick black Chernozem. *Canadian Journal of Soil Science* **71**: 377-387.
- Campbell, C.A., B.G. McConkey, R.P. Zentner, F. Selles, et D. Curtin. (1996). Long-term effects of tillage and crop rotations on soil organic C and total N in a clay soil in southwestern Saskatchewan. *Canadian Journal of Soil Science* **76**:395-401.
- Campbell C.A., G.P. Lafond, A.P. Moulin, L. Townley-Smith, et R.P. Zentner. (1997). Crop production and soil organic matter in long-term crop rotations in the sub-humid northern Great Plains of Canada. Pages 297-315 dans : Paul, E.A., E.T. Elliott, K. Paustian, et C.V. Cole (éds). Soil organic matter in temperate agroecosystems: Long-term experiments in North America. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Campbell, C.A., V.O. Biederbeck, B.G. McConkey, D. Curtin, et R.P. Zentner. (1999). Soil quality - effect of tillage and fallow frequency. Soil organic matter quality as influenced by tillage and fallow frequency in a silt loam in southwestern Saskatchewan. *Soil Biology and Biochemistry* **31**:1-7.
- Campbell, C.A., R.P. Zentner, F. Selles, V.O. Biederbeck, B.G. McConkey, B. Blomert, et P.G. Jefferson. (2000). Quantifying short-term effects of crop rotations on soil organic carbon in southwestern Saskatchewan. *Canadian Journal of Soil Science* **80**:193-202.
- Carter, M.R., H.W. Johnston, et J. Kimpinski. (1988). Direct drilling and soil loosening for spring cereals on a fine sandy loam in Atlantic Canada. *Soil and Tillage Research* **12**:365-384.
- Carter, M.R., J.B. Sanderson, J.A. Ivany, et R.P. White. (2002). Influence of rotation and tillage on forage maize productivity, weed species, and soil quality of a fine sandy loam in the cool-humid climate of Atlantic Canada **67**:85-98.
- Carter, M.R.. (1991). Evaluation of shallow tillage for spring cereals on a fine sandy loam. 2. Soil physical, chemical and biological properties. *Soil and Tillage Research* **21**:37-52.
- Chan, K.Y. et J.A. Mead. (1988). Surface physical properties of a sandy loam soil under different tillage practices. *Australian Journal of Soil Research* **26**:549-559.
- Chan K.Y., W.P. Roberts, et D.P. Heenan. (1992). Organic carbon and associated soil properties of a red Earth after 10 years of rotation under different stubble and tillage practices. *Australian Journal of Soil Research* **30**: 71-83.
- Chaney B.K., D.R. Hodson, et M.A. Braim. (1985). The effects of direct drilling, shallow cultivation and ploughing on some soil physical properties in a long-term experiment on spring barley. *J. Agric. Sci., Camb.* **104**:125-133.
- Clapp, C.E., R.R. Allmaras, M.F. Layese, D.R. Linden, et R.H. Dowdy. (2000). Soil organic carbon and ¹³C abundance as related to tillage, crop residue, and nitrogen fertilization under continuous corn management in Minnesota. *Soil and Tillage Research* **55**:127-142.
- Collins, H.P., R.L. Blevins, L.G. Bundy, D.R. Christenson, W.A. Dick, D.R. Huggins, et E.A. Paul. (1999). Soil carbon dynamics in corn-based agroecosystems: results from carbon-13 natural abundance. *Soil Science Society of America Journal* **63**:584-591.
- Corazza E.J. *et al.* (1999). Behavior of different management systems as a source or sink of C-CO₂ in relation to cerrado type vegetation. *R.Bras Ci.Solo* **23**:425-432.
- Costantini, A., D. Cosentino, et A. Segat. (1996). Influence of tillage systems on biological properties of a Typic Argiudoll soil under continuous maize in central Argentina. *Soil and Tillage Research* **38**:265-271.
- Dalal, R.C., P.A. Henderson, et J.M. Glasby. (1991). Organic matter and microbial biomass in a vertisol after 20 yr of zero tillage. *Soil biology and biochemistry* **23**:435-441.
- Dalal, R.C. et R.J. Mayer. (1986). Long-term trends in fertility of soils under continuous cultivation and cereal cropping in Southern Queensland. I. Overall changes in soil properties and trends in winter cereal yields. *Australian Journal of Soil Research* **24**:265-279.
- Dalal, R.C. (1989). Long-term effects of no-tillage, crop residue, and nitrogen application on properties of a Vertisol. *Soil Science Society of America Journal* **53**:1511-1515.

REFERENCES UTILISEES POUR L'ANALYSE A LA SECTION 3.3.7 (SUITE)

- Dick W.A., W.M. Edwards, et E.L. McCoy. (1997). Continuous application of no-tillage to Ohio soils: Changes in crop yields and organic matter-related soil properties. Pages 171-182 *dans* : Paul, E.A., E.T. Elliott, K. Paustian, et C.V. Cole (éds). Soil organic matter in temperate agroecosystems: Long-term experiments in North America. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Dick, W.A. et J.T. Durkalski. (1997). No-tillage production agriculture and carbon sequestration in a Typic Fragiuudalf soil of Northeastern Ohio. Pages 59-71 *dans* : Lal, R., J.M. Kimble, R.F. Follett, et B.A. Stewart, (éds). Advances in Soil Science: Management of Carbon Sequestration in Soil. CRC Press Inc. Boca Raton, FL.
- Doran, J.W., E.T. Elliott, et K. Paustian. (1998). Soil microbial activity, nitrogen cycling, and long-term changes in organic carbon pools as related to fallow tillage management. *Soil and Tillage Research* **49**:3-18.
- Duiker, S.W. et R. Lal. (1999). Crop residue and tillage effects on carbon sequestration in a luvisol in central Ohio. *Soil and Tillage Research* **52**:73-81.
- Edwards, J.H., C.W. Wood, D.L. Thurlow, et M.E. Ruf. (1992). Tillage and crop rotation effects on fertility status of a Hapludult soil. *Soil Science Society of America Journal* **56**:1577-1582.
- Eghball B., L.N. Mielke, D.L. McCallister, et J.W. Doran. (1994). Distribution of organic carbon and inorganic nitrogen in a soil under various tillage and crop sequences. *Journal of Soil and Water Conservation* **49**: 201-205.
- Fleige H. et K. Baeumer. (1974). Effect of zero-tillage on organic carbon and total nitrogen content, and their distribution in different N-fractions in loessial soils. *Agro-Ecosystems* **1**:19-29.
- Follett, R.F., E.A. Paul, S.W. Leavitt, A.D. Halvorson, D. Lyon, et G.A. Peterson. (1997). Carbon isotope ratios of Great Plains soils and in wheat-fallow systems. *Soil Science Society of America Journal* **61**:1068-1077.
- Follett, R.F. et G.A. Peterson. (1988). Surface soil nutrient distribution as affected by wheat-fallow tillage systems. *Soil Science Society of America Journal* **52**:141-147.
- Follett, R.F., E.G. Pruessner, S.E. Samson-Liebig, J.M. Kimble, et S.W. Waltman. (2001). Carbon sequestration under the Conservation Reserve Program in the historic grassland soils of the United States of America. Pages 1-14 *dans* : Lal, R. et K. McSweeney (eds). Soil Management for Enhancing Carbon Sequestration. SSSA Special Publication. Madison, WI.
- Franzluebbers, A.J., et M.A. Arshad. (1996). Water-stable aggregation and organic matter in four soils under conventional and zero tillage. *Canadian Journal of Soil Science* **76**:387-393.
- Franzluebbers, A.J., G.W. Langdale, et H.H. Schomberg. (1999). Soil carbon, nitrogen, and aggregation in response to type and frequency of tillage. *Soil Science Society of America Journal* **63**:349-355.
- Franzluebbers, A.J., F.M. Hons, et D.A. Zuberer. (1995). Soil organic carbon, microbial biomass, and mineralizable carbon and nitrogen in sorghum. *Soil Science Society of America* **59**:460-466.
- Freixo, A.A., P. Machado, H.P. Dos Santos, C.A. Silva, et F. Fadigas. (2002). Soil organic carbon and fractions of a Rhodic Ferralsol under the influence of tillage and crop rotation systems in southern Brazil. *Soil and Tillage Research* **64**:221-230.
- Freitas P.L., P. Blancaneaux, E. Gavinelly, M.-C. Larre-Larrouy, et C. Feller. (2000). Nivel e natureza do estoque organico de latossols sob diferentes sistemas de uso e manejo, *Pesq.agropec.bras. Brasilia* **35**: 157-170.
- Gebhart, D.L., H.B. Johnson, H.S. Mayeux, et H.W. Polley. (1994). The CRP increases soil organic carbon. *Journal of Soil and Water Conservation* **49**:488-492.
- Ghuman, B.S. et H.S. Sur. (2001). Tillage and residue management effects on soil properties and yields of rainfed maize and wheat in a subhumid subtropical climate. *Soil and Tillage Research* **58**:1-10.
- Girma, T. (1998). Effect of cultivation on physical and chemical properties of a Vertisol in Middle Awash Valley, Ethiopia. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* **29**:587-598.
- Graham, M.H., R.J. Haynes, et J.H. Meyer. (2002). Soil organic matter content and quality: effects of fertilizer applications, burning and trash retention on a long-term sugarcane experiment in South Africa. *Soil Biology and Biochemistry* **34**:93-102.
- Grandy, A.S., G.A. Porter, et M.S. Erich. (2002). Organic amendment and rotation crop effects on the recovery of soil organic matter and aggregation in potato cropping systems. *Soil Science Society of America Journal* **66**:1311-1319.
- Gregorich, E.G., B.H. Ellert, C.F. Drury, et B.C. Liang. (1996). Fertilization effects on soil organic matter turnover and corn residue C storage. *Soil Science Society of America Journal* **60**:472-476.
- Halvorson A.D., M.F. Vigil, G.A. Peterson, et E.T. Elliott. (1997) Long-term tillage and crop residue management study at Akron, Colorado. Pages 361-370 *dans* : Paul, E.A., E.T. Elliott, K. Paustian, et C.V. Cole (éds). Soil organic matter in temperate agroecosystems: Long-term experiments in North America. CRC Press, Boca Raton, FL.

REFERENCES UTILISEES POUR L'ANALYSE A LA SECTION 3.3.7 (SUITE)

- Halvorson, A.D., B.J. Wienhold, et A.L. Black. (2002). Tillage, nitrogen, and cropping system effects on soil carbon sequestration. *Soil Science Society of America Journal* **66**:906-912.
- Hansmeyer, T.L., D.R. Linden, D.L. Allan, et D.R. Huggins. (1998). Determining carbon dynamics under no-till, ridge-till, chisel, and moldboard tillage systems within a corn and soybean cropping sequence. Pages 93-97 *dans* : Lal R., J.M. Kimble, R.F. Follett, et B.A. Stewart (éds). *Advances in Soil Science: Management of Carbon Sequestration in Soil*. CRC Press. Boca Raton, FL.
- Hao, X., C. Chang, et C.W. Lindwall. (2001). Tillage and crop sequence effects on organic carbon and total nitrogen content in an irrigated Alberta soil. *Soil and Tillage Research* **62**:167-169.
- Harden, J.W., J.M. Sharpe, W.J. Parton, D.S. Ojima, T.L. Fries, T.G. Huntington, et S.M. Dabney. (1999). Dynamic replacement and loss of soil carbon on eroding cropland. *Global Biogeochemical Cycles* **14**:885-901.
- Havlin, J.L. et D.E. Kissel. (1997). Management effects on soil organic carbon and nitrogen in the East-Central Great Plains of Kansas. Pages 381-386 *dans* : Paul, E.A., K. Paustian, E.T. Elliott, et C.V. Cole (éds). *Soil Organic Matter in Temperate Agroecosystems: Long-term Experiments in North America*. CRC Press. Boca Raton, FL.
- Hendrix, P.F. (1997). Long-term patterns of plant production and soil carbon dynamics in a Georgia piedmont agroecosystem. Pages 235-245 *dans* : Paul, E.A., E.T. Elliott, K. Paustian, et C.V. Cole (éds). *Soil organic matter in temperate agroecosystems: Long-term experiments in North America*. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Hernanz, J.L., R. Lopez, L. Navarrete, et V. Sanchez-Giron. (2002). Long-term effects of tillage systems and rotations on soil structural stability and organic carbon stratification in semiarid central Spain. *Soil and Tillage Research* **66**:129-141.
- Hulugalle, N.R. (2000). Carbon sequestration in irrigated vertisols under cotton-based farming systems. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* **31**:645-654.
- Hussain, I., K.R. Olson, M.M. Wander, et D.L. Karlen. (1999). Adaption of soil quality indices and application to three tillage systems in southern Illinois. *Soil and Tillage Research* **50**:237-249.
- Ihori, T., I.C. Burke, W.K. Lauenroth, et D.P. Coffin. (1995). Effects of cultivation and abandonment on soil organic matter in Northeastern Colorado. *Soil Science Society of America Journal* **59**:1112-1119.
- Janzen, H.H. (1987). Soil organic matter characteristics after long-term cropping to various spring wheat rotations. *Canadian Journal of Soil Science* **67**:845-856.
- Jastrow, J.D., R.M. Miller, et J. Lussenhop. (1998). Contributions of interacting biological mechanisms to soil aggregate stabilization in restored prairie. *Soil Biology and Biochemistry* **30**:905-916.
- Karlen, D.L., A. Kumar, R.S. Kanwar, C.A. Cambardella, et T.S. Colvin. (1998). Tillage system effects on 15-year carbon-based and simulated N budgets in a tile-drained Iowa field. *Soil and Tillage Research* **48**:155-165.
- Karlen, D.L., M.J. Rosek, J.C. Gardner, D.L. Allan, M.J. Alms, D.F. Bezdicsek, M. Flock, D.R. Huggins, B.S. Miller, et M.L. Staben. (1999). Conservation Reserve Program effects on soil quality indicators. *Journal of Soil and Water Conservation* **54**:439-444.
- Karlen, D.L., N.C. Wollenhaupt, D.C. Erbach, E.C. Berry, J.B. Swan, N.S. Eash, et J.L. Jordahl. (1994). Long-term tillage effects on soil quality. *Soil and Tillage Research* **32**:313-327.
- Kushwaha, C.P., S.K. Tripathi, et K.P. Singh. (2000). Variations in soil microbial biomass and n availability due to residue and tillage management in a dryland rice agroecosystem. *Soil and tillage Research* **56**:153-166.
- Lal, R., A.A. Mahboubi, et N.R. Fausey. (1994). Long-term tillage and rotation effects on properties of a central Ohio soil. *Soil Science Society of America Journal* **58**:517-522.
- Lal, R. (1998). Soil quality changes under continuous cropping for seventeen seasons of an alfisol in western nigeria. *Land Degradation and Development* **9**:259-274.
- Larney, F.J., E. Bremer, H.H. Janzen, A.M. Johnston, et C.W. Lindwall. (1997). Changes in total, mineralizable and light fraction soil organic matter with cropping and tillage intensities in semiarid southern Alberta, Canada. *Soil and Tillage Research* **42**:229-240.
- Lilienfein J., W. Wilcke, L. Vilela, S. do Carmo Lima, R. Thomas, et W. Zech. (2000). Effect of no-tillage and conventional tillage systems on the chemical composition of soil solid phase and soil solution of brazilian savanna. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* **163**: 411-419.
- McCarty, G.W., N.N. Lyssenko, et J.L. Starr. (1998). Short-term changes in soil carbon and nitrogen pools during tillage management transition. *Soil Science Society of America Journal* **62**:1564-1571.
- Mielke, L.N., J.W. Doran, et K.A. Richards. (1986). Physical environment near the surface of plowed and no-tilled soils. *Soil and Tillage Research* **7**:355-366.

REFERENCES UTILISEES POUR L'ANALYSE A LA SECTION 3.3.7 (SUITE)

- Mikhailova, E.A., R.B. Bryant, I.I. Vassenev, S.J. Schwager, et C.J. Post. (2000). Cultivation effects on soil carbon and nitrogen contents at depth in the Russian Chernozem. *Soil Science Society of America Journal* **64**:738-745.
- Mrabet R., N. Saber, A. El-brahli, S. Lahlou, et F. Bessam. (2001). Total, particulate organic matter and structural stability of a Calcixeroll soil under different wheat rotations and tillage systems in a semiarid area of Morocco. *Soil & Tillage Research* **57**: 225-235.
- Nyborg, M., E.D. Solberg, S.S. Malhi, et R.C. Izaurralde. (1995). Fertilizer N, crop residue, and tillage alter soil C and N content in a decade. Pages 93-99 dans :Lal, R., J. Kimble, E. Levine, et B.A. Stewart (éds). *Advances in Soil Science: Soil Management and Greenhouse effect*. CRC Press. Boca Raton, FL.
- Parfitt, R.L., B.K.G. Theng, J.S. Whitton, et T.G. Shepherd. (1997). Effects of clay minerals and land use on organic matter pools. *Geoderma* **75**:1-12.
- Paustian, K. et E.T. Elliott. Unpublished data. Field sampling of long-term experiments in U.S. and Canada for EPA carbon sequestration project.
- Pennock, D.J. et C. van Kessel. (1997). Effect of agriculture and of clear-cut forest harvest on landscape-scale soil organic carbon storage in Saskatchewan. *Canadian Journal of Soil Science* **77**:211-218.
- Pierce, F.J. et M.-C. Fortin. (1997). Long-term tillage and periodic plowing of a no-tilled soil in Michigan: Impacts, yield, and soil organic matter. Pages 141-149 in: E.A. Paul, E.T. Elliott, K. Paustian, and C.V. Cole. *Soil organic matter in temperate agroecosystems: Long-term experiments in North America*. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Potter, K.N., O.R. Jones, H.A. Torbert, et P.W. Unger. (1997). Crop rotation and tillage effects on organic carbon sequestration in the semiarid southern Great Plains. *Soil Science* **162**:140-147.
- Potter, K.N., H.A. Torbert, H.B. Johnson, et C.R. Tischler. (1999). Carbon storage after long-term grass establishment on degraded soils. *Soil Science* **164**:718-723.
- Powlson D.S. et D.S.Jenkinson. (1982). A comparison of the organic matter, biomass, adenosine triphosphate and mineralizable nitrogen contents of ploughed and direct-drilled soils, *J. Agric. Sci. Camb.* **97**:713-721.
- Rasmussen, P.E. et S.L. Albrecht. (1998). Crop management effects on organic carbon in semi-arid Pacific Northwest soils. Pages 209-219 dans : Lal, R., J.M. Kimble, R.F. Follett, et B.A. Stewart (éds). *Advances in Soil Science: Management of Carbon Sequestration in Soil*. CRC Press. Boca Raton, FL.
- Reeder, J.D., G.E. Schuman, et R.A. Bowman. (1998). Soil C and N changes on Conservation Reserve Program lands in the Central Great Plains. *Soil and Tillage Research* **47**:339-349.
- Rhoton, F.E., R.R. Bruce, N.W. Buehring, G.B. Elkins, C.W. Langdale, et D.D. Tyler. (1993). Chemical and physical characteristics of four soil types under conventional and no-tillage systems. *Soil and Tillage Research* **28**: 51-61.
- Robles, M.D. et I.C. Burke. (1997). Legume, grass, and conservation reserve program effects on soil organic matter recovery. *Ecological Applications* **7**:345-357.
- Ross, C.W. et K.A. Hughes. (1985). Maize/oats forage rotation under 3 cultivation systems, 1978-83 2. Soil properties. *New Zealand Journal of Agricultural Research* **28**:209-219.
- Sa, J.C.M., C.C. Cerri, W.A. Dick, R. Lal, S.P.V. Filho, M.C. Piccolo, et B.E. Feigl. (2001). Organic matter dynamics and carbon sequestration rates for a tillage chronosequence in a Brazilian Oxisol. *Soil Science Society of America Journal* **65**:1486-1499.
- Saffigna, P.G., D.S. Powlson, P.C. Brookes, et G.A. Thomas. (1989). Influence of sorghum residues and tillage on soil organic matter and soil microbial biomass in an Australian vertisol. *Soil Biology and Biochemistry* **21**: 759-765.
- Saggar, S., G.W. Yeates, et T.G. Shepherd. (2001). Cultivation effects on soil biological properties, microfauna and organic matter dynamics in Eutric Gleysol and Gleyic Luvisol soils in New Zealand. *Soil and Tillage Research* **58**:55-68.
- Sainju, U.M., B.P. Singh, et W.F. Whitehead. (2002). Long-term effects of tillage, cover crops, and nitrogen fertilization on organic carbon and nitrogen concentrations in sandy loam soils in Georgia, USA. *Soil and Tillage Research* **63**:167-179.
- Salinas-Garcia, J.R., F.M. Hons, et J.E. Matocha. (1997). Long-term effects of tillage and fertilization on soil organic matter dynamics. *Soil Science Society of America Journal* **61**:152-159.
- Schiffman, P.M. et W.C. Johnson. (1989). Phytomass and detrital carbon storage during forest regrowth in the southeastern United States Piedmont. *Canadian Journal of Forest Research* **19**:69-78.
- Sherrod, L.A., G.A. Peterson, D.G. Westfall, et L.R. Ahuja. Sous presse. Cropping intensification enhances soil organic carbon and nitrogen in a no-till agroecosystem. *Soil Science Society of America Journal*.

REFERENCES UTILISEES POUR L'ANALYSE A LA SECTION 3.3.7 (SUITE)

- Sidhu, A.S. et H.S. Sur. (1993). Effect of incorporation of legume straw on soil properties and crop yield in a maize-wheat sequence. *Tropical Agriculture (Trinidad)* **70**:226-229.
- Six, J., E.T. Elliot, K. Paustian, et J.W. Doran. (1998). Aggregation and soil organic matter accumulation in cultivated and native grassland soils. *Soil Science Society of America Journal* **62**:1367-1377.
- Six, J., K. Paustian, E.T. Elliott, et C. Combrink. (2000). Soil structure and organic matter: I. Distribution of aggregate-size classes and aggregate-associated carbon. *Soil Science Society of America Journal* **64**:681-689
- Slobodian, N., K. Van Rees, et D. Pennock. (2002). Cultivation-induced effects on belowground biomass and organic carbon. *Soil Science Society of America Journal* **66**:924-930.
- Solomon, D., F. Fritzsche, J. Lehmann, M. Tekalign, et W. Zech. (2002). Soil organic matter dynamics in the subhumid agroecosystems of the Ethiopian Highlands: evidence from natural ¹³C abundance and particle-size fractionation. *Soil Science Society of America Journal* **66**: 969-978.
- Sparling, G.P., L.A. Schipper, A.E. Hewitt, et B.P. Degens. (2000). Resistance to cropping pressure of two New Zealand soils with contrasting mineralogy. *Australian Journal of Soil Research* **38**:85-100.
- Stenberg, M., B. Stenberg, et T. Rydberg. (2000). Effects of reduced tillage and liming on microbial activity and soil properties in a weakly-structured soil. *Applied Soil Ecology* **14**:135-145.
- Taboada, M.A., F.G. Micucci, D.J. Cosentino, et R.S. Lavado. (1998). Comparison of compaction induced by conventional and zero tillage in two soils of the Rolling Pampa of Argentina. *Soil and Tillage Research* **49**:57-63.
- Tiessen, H., J.W.B. Stewart, et J.R. Bettany. (1982). Cultivation effects on the amounts and concentration of carbon, nitrogen, and phosphorus in grassland soils. *Agronomy Journal* **74**:831-835.
- Unger, P.W. (2001). Total carbon, aggregation, bulk density, and penetration resistance of cropland and nearby grassland soils. Pages 77-92 *dans* : Lal, R. (éd.). *Soil carbon sequestration and the greenhouse effect*. SSSA Special Publication No. 57, Madison, WI.
- Voroney, R.P., J.A. Van Veen, et E.A. Paul. (1981). Organic C dynamics in grassland soils. 2. Model validation and simulation of the long-term effects of cultivation and rainfall erosion. *Canadian Journal of Soil Science* **61**:211-224.
- Wander, M.M., M.G. Bidart, et S. Aref. (1998). Tillage impacts on depth distribution of total and particulate organic matter in three Illinois soils. *Soil Science Society of America Journal* **62**:1704-1711.
- Wanniarachchi S.D., R.P. Voroney, T.J. Vyn, R.P. Beyaert, et A.F. MacKenzie. (1999). Tillage effects on the dynamics of total and corn-residue-derived soil organic matter in two southern Ontario soils. *Canadian Journal of Soil Science* **79**: 473-480.
- Westerhof, R., L. Vilela, M. Azarza, et W. Zech. (1998). Land use effects on labile N extracted with permanganate and the nitrogen management index in the Cerrado region of Brazil. *Biology and Fertility of Soils* **27**:353-357.
- Yang, X.M. et B.D. Kay. (2001). Impacts of tillage practices on total, loose- and occluded-particulate, and humified organic carbon fractions in soils within a field in southern Ontario. *Canadian Journal of Soil Science* **81**: 149-156.
- Yang, X.M. et M.M. Wander. (1999). Tillage effects on soil organic carbon distribution and storage in a silt loam soil in Illinois. *Soil and Tillage Research* **52**:1-9.
- Zhang, H., M.L. Thompson, et J.A. Sandor. (1988). Compositional differences in organic matter among cultivated and uncultivated Argudolls and Hapludalfs derived from loess. *Soil Science Society of America Journal* **52**:216-222.

3.4 PRAIRIES

Les prairies, telles qu'elles sont définies au Chapitre 2, couvrent environ un quart de la superficie terrestre mondiale (Ojima *et al.*, 1993), et sont soumises à un large éventail de régimes climatiques, depuis des climats arides jusqu'à des climats humides. Le niveau et l'intensité de la gestion des prairies peuvent varier considérablement, depuis des parcours naturels et savanes à gestion extensive – pour lesquels les charges en bétail et les régimes de feux sont les principales variables de la gestion – jusqu'à des pâturages permanents et terres fourragères à gestion intensive (avec fertilisation, irrigation, changements d'espèces, etc.). En général, les prairies ont une végétation dominée par les graminées vivaces, sont utilisées principalement pour le pâturage, et se distinguent des « forêts » par un couvert forestier inférieur au seuil utilisé pour la définition des forêts.

Le carbone souterrain est prédominant dans les prairies, principalement dans les systèmes racinaires et les matières organiques des sols. Pour un régime climatique donné, les prairies ont souvent une teneur en carbone des sols supérieure à celle des autres types de végétation. Le pâturage et les feux sont des perturbations courantes dans l'évolution des prairies, et, par conséquent, la végétation et le carbone des sols sont relativement résistants aux perturbations moyennes résultant du pâturage et des feux (Milchunas et Lauenroth, 1993). Pour de nombreuses prairies, les feux sont un facteur clé pour la prévention de la prolifération d'espèces ligneuses susceptibles d'avoir des effets significatifs sur les stocks de carbone de l'écosystème (Jackson *et al.*, 2002).

Les *Lignes directrices du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre – Version révisée 1996 (Lignes directrices du GIEC)* examinent les variations de la biomasse et des stocks de carbone des sols pour les conversions entre les prairies et les autres utilisations (terres cultivées, etc.), les variations des stocks de carbone des sols dues aux changements de gestion entre pâturages améliorés et non améliorés, et les émissions de CO₂ des zones humides drainées et résultant du chaulage des pâturages.

Le présent rapport est complémentaire aux *Lignes directrices du GIEC* en ceci qu'il :

- Décrit de façon plus détaillée les méthodologies nécessaires pour l'estimation des variations des stocks de carbone dans les deux grands bassins des prairies, à savoir la biomasse vivante et les sols ;
- Inclut explicitement les effets des perturbations naturelles et des feux de végétation sur les prairies gérées ; et
- Couvre complètement l'estimation des conversions des terres en prairies.

La présente section contient des recommandations sur l'emploi de méthodologies de base et améliorées pour l'inventaire et la notification des émissions et absorptions par les prairies restant prairies et les terres converties en prairies, pour les bassins de carbone de la biomasse vivante et des sols. Elle décrit également des méthodes d'estimation pour les émissions de gaz sans CO₂. Ces méthodologies ont une structure à niveaux hiérarchiques dans laquelle les méthodes de Niveau 1 utilisent des valeurs par défaut, avec, généralement, sub-division limitée des données sur les superficies. Le Niveau 2 correspond à l'utilisation de coefficients spécifiques au pays et/ou à une sub-division à une échelle plus fine, ce qui réduit l'incertitude des estimations d'émissions et d'absorptions. Le Niveau 3 fait appel à des méthodes plus complexes, spécifiques au pays. Dans la mesure du possible, des valeurs par défaut provenant des *Lignes directrices du GIEC* sont mises à jour et de nouvelles valeurs par défaut, basées sur les conclusions des plus récentes recherches, sont fournies.

3.4.1 Prairies restant prairies

Les stocks de carbone des prairies permanentes sont influencés par les activités anthropiques et les perturbations naturelles, y compris les récoltes de biomasse ligneuse, la dégradation des parcours naturels, le pâturage, les feux, la régénération, la gestion des pâturages, etc. La production annuelle de biomasse des prairies peut être importante, mais en raison de son élimination rapide par le pâturage et les feux, le matériel sur pied de la biomasse aérienne est rarement supérieur à quelques tonnes par hectare. Des volumes plus importants peuvent s'accumuler dans le composant végétal ligneux, dans la biomasse racinaire et dans les sols. L'augmentation ou la diminution des stocks de carbone dans ces bassins sont affectées par des pratiques de gestion telles que celles décrites précédemment.

La présente section contient des recommandations sur l'estimation des variations des stocks de carbone des prairies restant prairies (PP) pour deux bassins de carbone : la biomasse vivante et les sols. Les informations dont on dispose actuellement ne permettent pas d'établir des coefficients par défaut pour l'estimation du bassin de matière organique morte. La variation annuelle totale des stocks de carbone pour les prairies restant prairies est donc la somme des estimations annuelles des variations des stocks de carbone dans chaque bassin de carbone – biomasse vivante et sols – comme indiqué à l'Équation 3.4.1. Les techniques d'estimation pour chaque bassin sont décrites séparément ci-dessous.

ÉQUATION 3.4.1
VARIATION ANNUELLE DES STOCKS DE CARBONE DES PRAIRIES RESTANT PRAIRIES

$$\Delta C_{PP} = \Delta C_{PP_{BV}} + \Delta C_{PP_{Sols}}$$

Où : ΔC_{PP} = variation annuelle des stocks de carbone des prairies restant prairies, tonnes C an⁻¹

$\Delta C_{PP_{BV}}$ = variation annuelle des stocks de carbone de la biomasse vivante des prairies restant prairies, tonnes C an⁻¹

$\Delta C_{PP_{Sols}}$ = variation annuelle des stocks de carbone des sols des prairies restant prairies, tonnes C an⁻¹

Pour convertir les tonnes de C en Gg de CO₂, multiplier la valeur par 44/12 et par 10⁻³. Pour les conventions, (signes), se reporter à la Section 3.1.7 ou à l'Appendice 3A.2 (Tableaux de notification et Feuilles de travail).

TABLEAU 3.4.1 DESCRIPTIONS DES NIVEAUX POUR LES SOUS-CATEGORIES DE LA CATEGORIE PRAIRIES RESTANT PRAIRIES			
Niveau Sous-catégories	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3
Biomasse vivante	Supposer l'absence de variation des stocks de carbone.	Utiliser des valeurs spécifiques au pays pour les taux d'accumulation et d'absorption de carbone et des relevés annuels ou périodiques pour estimer les superficies dans des catégories différentes de prairies par région climatique.	Utiliser une méthode spécifique au pays à une échelle spatiale fine (modélisation, mesures, etc.)
Sols	Pour des variations du carbone des sols dans les sols minéraux, utiliser des coefficients par défaut. Les superficies devront être stratifiées par type de climat et de sol. Pour les variations du carbone des sols pour les sols organiques, utiliser des coefficients par défaut et stratifier les superficies par région climatique. Pour les émissions dues au chaulage, utiliser des facteurs d'émissions par défaut présentés dans les <i>Lignes directrices du GIEC</i> .	Pour les sols minéraux et organiques, utiliser une combinaison de coefficients par défaut et/ou spécifiques au pays et des estimations de superficies ayant une résolution spatiale de plus en plus fine. Pour les émissions dues au chaulage, utiliser des facteurs d'émissions différenciés par types de chaux.	Utiliser une méthode spécifique au pays à une échelle spatiale fine (modélisation, mesures, etc.)

3.4.1.1 VARIATIONS DES STOCKS DE CARBONE DE LA BIOMASSE VIVANTE

Les méthodes d'estimation des variations de la biomasse sont conceptuellement similaires pour les prairies, les terres cultivées et les forêts (décrites en détail à la Section 3.2.1.1) ; mais les prairies sont uniques à plusieurs points de vue. Les prairies sont fréquemment l'objet de feux de végétation qui peuvent influencer sur l'épaississement des savanes¹, la mortalité et la régénération de la savane, et sur le rapport système racinaire/système foliacé. D'autres activités de gestion, telles que le défrichage des arbres et arbustes, l'amélioration des pâturages, la plantation d'arbres (sylvopastoralisme), tout comme le surpâturage et la dégradation, peuvent avoir des répercussions sur les stocks de biomasse. Pour les espèces ligneuses des savanes (prairies arborées), les rapports allométriques sont différents de ceux utilisés dans les forêts en raison du nombre élevé d'arbres multitruncs, d'arbustes, d'arbres creux, d'un pourcentage élevé d'arbres morts sur pied, de rapports élevés système racinaire/système foliacé et de réjuvenilisation.

3.4.1.1.1 QUESTIONS METHODOLOGIQUES

L'Équation 3.4.2 représente l'équation récapitulative pour l'estimation des variations des stocks de carbone de la biomasse vivante des prairies restant prairies. Selon le niveau méthodologique et la disponibilité des données, on peut sub-diviser les prairies par type, région ou zone climatique.

<p>ÉQUATION 3.4.2 VARIATION ANNUELLE DES STOCKS DE CARBONE DE LA BIOMASSE VIVANTE DES PRAIRIES RESTANT PRAIRIES</p> $\Delta C_{PP_{BV}} = \sum_c \sum_i \sum_m \Delta C_{PP_{BV(c,i,g)}}$

Où : $\Delta C_{PP_{BV}}$ = variation annuelle des stocks de carbone de la biomasse vivante des prairies restant prairies pour tous les types de prairies *i*, zones climatiques *c*, et régimes de gestion *g*, tonnes C an⁻¹

$\Delta C_{PP_{BV(c,i,g)}}$ = variation des stocks de carbone de la biomasse vivante pour un type spécifique de prairies *i*, zone climatique *c*, et régime de gestion *g*, tonnes C an⁻¹

¹ L'épaississement de la savane est un terme général désignant une augmentation de la densité et de la biomasse des espèces ligneuses des écosystèmes des prairies dans le temps en raison des changements des régimes de feux et/ou de pâturages, et des changements climatiques. Par exemple, dans la partie centrale du sud des États-Unis, on estime que l'empiètement/l'épaississement des prairies a augmenté les stocks de biomasse d'environ 0,7 tonnes m.s. ha⁻¹ an⁻¹ sur une période de plusieurs années (Pacala *et al.*, 2001)

Le bassin de biomasse vivante des prairies inclut les stocks de carbone aériens et souterrains de la végétation ligneuse et herbacée (herbacées graminées et plantes herbacées dicotylédones). Cependant, les stocks de carbone de la biomasse herbacée aérienne sont généralement faibles et relativement insensibles à la gestion ; par conséquent, seule la biomasse herbacée aérienne est prise en compte pour l'estimation des émissions sans CO₂ dues à la combustion. Les stocks de carbone de la biomasse souterraine d'herbacées graminées sont plus importants et plus sensibles aux changements de gestion et sont donc inclus dans les estimations des variations des stocks de carbone de la biomasse vivante des prairies.

3.4.1.1.1 Choix de la méthode

Tous les pays devront s'efforcer d'améliorer les méthodes d'inventaire et de notification en recherchant le niveau le plus élevé compte tenu des circonstances nationales. Les *bonnes pratiques* pour les pays consistent à utiliser une méthode de Niveau 2 ou 3 si les émissions et absorptions de carbone des prairies restant prairies sont une catégorie clé et si la sous-catégorie de biomasse vivante est considérée comme significative conformément aux critères présentés au Chapitre 5. Les pays devront utiliser le diagramme décisionnel à la Figure 3.1.1 qui facilitera le choix de la méthode.

Niveau 1 : Pour les prairies où les pratiques de gestion sont statiques, les stocks de carbone de la biomasse seront à peu près stables (c'est-à-dire que l'accumulation de carbone due à la croissance végétale est pratiquement annulée par les pertes dues à la décomposition et aux feux). Pour les prairies où la gestion évolue avec le temps (épaississement de la savane, coupe des arbres/arbustes pour la gestion des pâturages, amélioration de la gestion des pâturages ou autres pratiques), les variations des stocks peuvent être significatives. Cependant, l'état actuel des connaissances ne permet pas de calculer des taux par défaut de variation des stocks de carbone de la biomasse vivante pour les prairies pour ces régimes de gestion. En conséquence, le Niveau 1 suppose par défaut que les stocks de carbone de la biomasse vivante sont stables.

Niveau 2 : Au Niveau 2, les variations des stocks de carbone sont estimées pour la biomasse aérienne et souterraine de la végétation ligneuse vivace et pour la biomasse souterraine des herbacées vivaces, comme indiqué à l'Équation 3.4.3.

ÉQUATION 3.4.3
VARIATION ANNUELLE DES STOCKS DE CARBONE DE LA BIOMASSE VIVANTE DES PRAIRIES
RESTANT PRAIRIES

$$\Delta C_{PP_{BV(c,i,g)}} = (\Delta B_{\text{vivace}} + \Delta B_{\text{herbacées graminées}}) \bullet FC$$

Où : $\Delta C_{PP_{BV(c,i,g)}}$ = variation des stocks de carbone de la biomasse vivante pour un type spécifique de prairies i , zone climatique c , et régime de gestion g , tonnes C an⁻¹

ΔB_{vivace} = variation de la biomasse ligneuse vivace aérienne et souterraine, tonnes m.s. an⁻¹

$\Delta B_{\text{herbacées graminées}}$ = variation de la biomasse souterraine d'herbacées graminées, tonnes m.s. an⁻¹

FC = fraction de carbone de la matière sèche (valeur par défaut = 0,5), tonnes C (tonnes m.s.)⁻¹

On peut estimer les variations pour la biomasse vivante (ΔB) de deux façons : avec le taux annuel de croissance et de pertes (Équation 3.4.4) ou (b) avec les stocks de biomasse pour deux points temporels (Équation 3.4.5).

ÉQUATION 3.4.4
VARIATION ANNUELLE POUR LA BIOMASSE VIVANTE (METHODE PAR TAUX)

$$\Delta B_i = S_i \bullet (C - P)$$

Où : ΔB_i = variation annuelle pour la biomasse vivante des prairies de type i , tonnes m.s. an⁻¹

S_i = superficie des prairies de type i , ha

C = croissance annuelle moyenne de la biomasse, tonnes m.s. ha⁻¹ an⁻¹

P = pertes annuelles moyenne de la biomasse, tonnes m.s. ha⁻¹ an⁻¹

On peut utiliser la méthode par différence de biomasse (Équation 3.4.5) lorsqu'on estime les stocks de biomasse à intervalles réguliers au moyen d'inventaires nationaux. On calcule la différence entre les stocks de biomasse totale pour deux points temporels. On divise cette valeur par le nombre d'années entre les mesures pour obtenir un taux annuel de variation des stocks de biomasse.

ÉQUATION 3.4.5
VARIATION ANNUELLE POUR LA BIOMASSE VIVANTE (METHODE PAR DIFFERENCE)

$$\Delta B = (B_{t_2} - B_{t_1}) / (t_2 - t_1)$$

Où : ΔB = variation annuelle pour la biomasse vivante, tonnes m.s. an⁻¹

B_{t_2} = biomasse au point temporel t_2 , tonnes m.s.

B_{t_1} = biomasse au point temporel t_1 , tonnes m.s.

Les méthodes de Niveau 2 font appel à des estimations des stocks de biomasse spécifiques au pays ou à la région par grands types de prairies et activités de gestion, et des estimations des variations des stocks en tant que fonction des grandes activités de gestion (pâturages et régimes de feux, gestion de la productivité).

Les deux méthodes décrites ci-dessus permettent l'estimation des variations pour la biomasse aérienne et souterraine. Dans les prairies établies depuis longtemps, il est probable que les variations de la biomasse ne se produiront qu'après des changements relativement récents (vingt dernières années, par exemple) des pratiques de gestion. Par conséquent, conformément aux *bonnes pratiques*, on associera les estimations des variations de biomasse à des régimes de gestion spécifiques, avec, si possible, classement par type de climat et de prairies. Dans le cas, par exemple, de l'application de la méthode par taux, on devra multiplier la superficie des prairies semi-arides avec pâturage intensif par des coefficients (C et P) spécifiques à ce type de prairies et de gestion. Dans le cas de la méthode par différence, on devra mesurer ou estimer les stocks de biomasse séparément pour différents types de prairies à régimes de gestion spécifiques. Une stratification des régimes de gestion/états des prairies pourrait inclure des catégories telles que : prairies naturelles, à gestion extensive, prairies faisant l'objet d'un empiètement ligneux, prairies moyennement et fortement dégradées, pâturages améliorés, à gestion intensive (voir les grands types de gestion définies à la Section 3.4.1.2. sur les variations des stocks de carbone des sols).

On peut utiliser les Équations 3.4.4 et 3.4.5 pour estimer directement les variations des stocks de biomasse souterraine, mais on peut souvent calculer approximativement les stocks de biomasse souterraine à l'aide de facteurs d'expansion utilisés pour les stocks de biomasse aérienne. Ces facteurs d'expansion sont des rapports biomasse souterraine/biomasse aérienne, dits également rapports système racinaire /système foliacé. Les rapports peuvent varier selon les types de prairies, régions climatiques et activités de gestion. L'Équation 3.4.6 permet d'estimer les stocks de biomasse totale (aérienne et souterraine). On notera que la biomasse aérienne (B_A) doit être estimée en premier, puis utilisée dans l'Équation 3.4.6. On peut utiliser le stock de biomasse totale (B_{Totale}), le stock de biomasse souterraine (B_S), ou le stock de biomasse aérienne (B_A) de l'Équation 3.4.6 dans les Équations 3.4.5 pour calculer les variations des stocks de biomasse dans le temps.

ÉQUATION 3.4.6
BIOMASSE TOTALE

$$B_{\text{Totale}} = B_A + B_S$$

et

$$B_S = B_A \bullet R$$

Où : B_{Totale} = biomasse totale, y compris aérienne et souterraine, tonnes m.s.

B_A = biomasse aérienne, tonnes m.s.

B_S = biomasse souterraine, tonnes m.s.

R = rapport système racinaire/système foliacé, adimensionnel

Niveau 3 : Le Niveau 3 fait appel à des inventaires utilisant un échantillonnage basé sur des statistiques des stocks de carbone dans le temps et/ou des modèles de processus, stratifiés par climat, type de prairies et régime de gestion. On pourrait utiliser, par exemple, des modèles de croissance spécifiques aux espèces et validés, intégrant les effets de la gestion tels que l'intensité du pâturage, les feux et la fertilisation, et des données correspondantes sur les activités de gestion, pour estimer les variations nettes des stocks de carbone de la biomasse des prairies dans le temps. Des modèles, utilisés conjointement avec des estimations des stocks basées sur des échantillonnages périodiques semblables à ceux utilisés dans les inventaires forestiers détaillés, peuvent permettre d'estimer les variations des stocks comme dans l'Équation 3.4.5 pour effectuer des extrapolations spatiales aux superficies de prairies.

3.4.1.1.1.2 Choix des facteurs d'émissions/d'absorptions

Niveau 1 : Au Niveau 1, on suppose par défaut que les stocks de la biomasse sont stables, et il n'y a donc pas de facteur d'émissions/d'absorptions par défaut.

Niveau 2 : Certaines données permettent d'effectuer les estimations au Niveau 2 ; ce niveau méthodologique requiert l'utilisation des facteurs suivants : croissance (C) et pertes (P) de biomasse ou stocks de biomasse pour des points temporels (B_t , B_{t-1}), et facteurs d'expansion pour la biomasse souterraine.

La méthode des taux (Équation 3.4.4) requiert le calcul des taux de pertes (P dans l'Équation 3.4.4), pour la biomasse ligneuse (pertes dues aux récoltes, à la coupe des arbustes, etc.) et la biomasse souterraine d'espèces herbacées (résultant de la dégradation par les pâturages, par exemple), et les taux de croissance nette (résultant de l'épaississement de la savane, ou de l'amélioration des pâturages, par exemple) de la biomasse ligneuse et souterraine (C dans l'Équation 3.4.4). Des estimations pour deux points temporels, au minimum, sont nécessaires pour le calcul de coefficients de croissance et de pertes de carbone à partir des valeurs des stocks de carbone notifiées. On calcule ensuite la variation des stocks de carbone entre deux périodes et la valeur obtenue est divisée par le nombre d'années de la période pour obtenir un taux annuel. Les taux de variation devront être estimés en réponse à des changements d'activités de gestion/d'utilisation des terres spécifiques (fertilisation des pâturages, coupe des arbustes, épaississement des savanes, etc.). On comparera les résultats d'études de terrain à des estimations de croissance et pertes de carbone provenant d'autres sources pour vérifier qu'ils se situent dans des plages documentées. Les taux de croissance et de pertes du carbone notifiées peuvent être modifiés sur la base de données supplémentaires et de l'opinion d'experts, à condition d'inclure les raisons précises et la documentation dans le rapport d'inventaire. (Remarque : Lors de l'estimation des taux d'accumulation de la biomasse, il est important de reconnaître que des variations *nettes* des stocks de biomasse se produiront principalement pendant les premières années (vingt ans) après les changements de gestion. Par la suite, les stocks de biomasse auront tendance à se stabiliser à un nouveau niveau, avec pas ou peu de variations, sauf s'il y a de nouveaux changements de gestion.)

L'Équation 3.4.5 requiert des données spécifiques au pays ou à la région sur les stocks de biomasse dans le temps. Diverses méthodes permettent d'obtenir ces données, notamment l'estimation de la densité (couvert vertical au sol) de la végétation ligneuse par photos aériennes (ou images satellite à haute résolution) et parcelles de mesures au sol. La composition des espèces, la densité et la différence entre la biomasse aérienne et la biomasse souterraine peuvent varier considérablement selon les types de prairies et les conditions environnementales, et il peut être plus utile de classer les activités d'échantillonnage et de relevés par types de prairies. Des recommandations générales sur les techniques de relevés et d'échantillonnage pour les inventaires de biomasse figurent au Chapitre 5 (Section 5.3).

Le Tableau 3.4.2. contient des estimations par défaut pour les stocks de biomasse aérienne et pour la productivité aérienne annuelle. Ces valeurs, moyennées globalement, par grandes zones climatiques, ne sont pas destinées à servir de base aux estimations de Niveau 2 des variations des stocks de biomasse, mais peuvent servir de valeurs par défaut pour l'estimation des émissions de gaz sans CO₂ dues à la combustion (voir Section 3.4.1.3) et pour une comparaison de premier ordre avec des estimations nationales des stocks de biomasse.

TABLEAU 3.4.2 ESTIMATIONS PAR DEFAUT POUR LA BIOMASSE SUR PIED DES PRAIRIES (EXPRIMEE EN MATIERE SECHE) ET POUR LA PRODUCTION PRIMAIRE AERIEENNE NETTE, CLASSEES PAR ZONES CLIMATIQUES DU GIEC						
Zone climatique du GIEC	Biomasse vivante aérienne de crête (tonnes m.s. ha ⁻¹)			Production primaire nette aérienne (PPNA) (tonnes m.s. ha ⁻¹ an ⁻¹)		
	Moyenne	Nombre d'études	Erreur ¹	Moyenne	Nombre d'études	Erreur ¹
Boréale - sèche et pluvieuse ²	1,7	3	± 75%	1,8	5	± 75%
Froide tempérée - sèche	1,7	10	± 75%	2,2	18	± 75%
Froide tempérée - pluvieuse	2,4	6	± 75%	5,6	17	± 75%
Chaude tempérée - sèche	1,6	8	± 75%	2,4	21	± 75%
Chaude tempérée - pluvieuse	2,7	5	± 75%	5,8	13	± 75%
Tropicale - sèche	2,3	3	± 75%	3,8	13	± 75%
Tropicale - humide et pluvieuse	6,2	4	± 75%	8,2	10	± 75%

Des données sur la biomasse vivante sur pied sont compilées à partir de moyennes pour plusieurs années notifiées sur des sites de prairies enregistrés dans la base de données ORNL DAAC NPP [http://www.daac.ornl.gov/NPP/html_docs/npp_site.html]. Des estimations pour la production primaire aérienne proviennent de : Olson, R.J., J.M.O. Scurlock, S.D. Prince, D.L. Zheng, et K.R. Johnson (éds). 2001. NPP Multi-Biome : NPP and Driver Data for Ecosystem Model-Data Intercomparison. Sources disponibles en ligne à [http://www.daac.ornl.gov/NPP/html_docs/EMDI_des.html].

¹ Représente une estimation d'erreur nominale, équivalente à deux fois l'écart type, en tant que pourcentage de la moyenne.

² En raison du peu de données, les zones sèches et humides pour le régime climatique boréal et les zones humides et pluvieuses pour le régime climatique tropical ont été combinées.

L'estimation de la biomasse souterraine peut être un élément important des relevés sur la biomasse des prairies mais les mesures sur le terrain sont laborieuses et difficiles, d'où l'utilisation fréquente de facteurs d'expansion pour l'estimation de la biomasse souterraine à partir de la biomasse aérienne. Des adaptations aux feux et au pâturage sont à l'origine de rapports système racinaire/système foliacé plus élevés que ceux d'un grand nombre d'autres écosystèmes ; des facteurs d'expansion pour la biomasse basés sur les forêts ne peuvent donc pas être appliqués sans modification. Les rapports système racinaire/système foliacé indiquent de larges plages de valeurs, aussi bien à l'échelle d'espèces

individuelles (Anderson *et al.*, 1972) qu'à l'échelle générale (Jackson *et al.*, 1996 ; Cairns *et al.*, 1997). Il est donc recommandé d'utiliser, autant que possible, des rapports système racinaire/système foliacé obtenus empiriquement et spécifiques à une région ou à un type de végétation. Le Tableau 3.4.3 contient des valeurs par défaut de rapports système racinaire/système foliacé pour les principaux écosystèmes de prairies mondiaux ; ces données peuvent servir de valeurs par défaut pour les pays qui ne disposent pas de données spécifiques par régions pour calculer des rapports spécifiques au pays. Des rapports pour les zones arborées/savanes et zones arbustives sont aussi inclus pour les pays dans lesquels ces terres sont classées dans la catégorie prairies dans leurs inventaires.

Niveau 3 : Les méthodes de Niveau 3, à savoir l'utilisation de modèles dynamiques et de mesures des variations des stocks de biomasse pour les inventaires, n'utilisent pas de simples facteurs de variation de stocks ou d'émission. Les estimations d'émissions/d'absorptions utilisant des méthodes fondées sur des modèles sont le résultat de l'interaction d'un certain nombre d'équations qui estiment la variation nette des stocks de biomasse dans les modèles. Un des critères clés pour le choix d'un modèle approprié concerne sa capacité à représenter toutes les pratiques de gestion étudiées dans les données d'activités. Le modèle doit être validé à l'aide d'observations indépendantes provenant de sites spécifiques au pays ou à la région, et représentatifs de la variabilité des climats, des sols et des systèmes de gestion des prairies du pays.

	Type de végétation	Zone climatique approximative du GIEC ¹	Rapport R:F	n	Erreur ²
Prairie	Steppe/toundra/prairie	Boréale (sèche et pluvieuse), Froide tempérée pluvieuse, Chaude tempérée pluvieuse	4,0	7	± 150%
	Prairie semi-aride	Sèche (froide, tempérée, chaude et tempérée et tropicale)	2,8	9	± 95%
	Prairie sub-tropicale/tropicale	Tropicale humide et pluvieuse	1,6	7	± 130%
Autre	Zone boisée/savane		0,5	19	± 80%
	Zone arborée		2,8	9	± 144%

¹ Les données sources ont été classées par types de biomes de prairies et par conséquent, la correspondance avec les zones climatiques du GIEC est approximative.

² Les estimations d'erreur sont de deux fois l'écart type, en tant que pourcentage de la moyenne.

3.4.1.1.3 Choix des données d'activités

Dans la présente section les données d'activités concernent les estimations des superficies (S_i) des prairies établies de longue date (qui n'ont pas été converties récemment). Les pays devront également estimer les superficies brûlées chaque année pour estimer les émissions de gaz sans CO₂. Le Chapitre 2 présente des recommandations générales sur les méthodes à utiliser pour obtenir et classer les superficies par catégories d'utilisation des terres. Pour l'estimation des émissions et absorptions imputables à cette source, les pays doivent obtenir des estimations des superficies des prairies, sub-divisées selon les besoins pour correspondre aux facteurs d'émissions et autres paramètres disponibles. Étant donné que le Niveau 1 suppose qu'il n'y a pas de variation nette de la biomasse des prairies par croissance et pertes, il n'est pas nécessaire d'avoir des données d'activités au Niveau 1, sauf pour l'estimation des émissions de gaz sans CO₂ associés à la combustion (Section 3.4.1.3). Les recommandations ci-dessous s'appliquent à l'obtention de données d'activités pour les méthodes de Niveau 2 et 3.

Des relevés annuels ou périodiques sont utilisés avec les méthodologies décrites au Chapitre 2 pour estimer la superficie annuelle moyenne des prairies. Ces estimations sont ensuite sub-divisées par grandes régions climatiques et par pratiques de gestion pour correspondre aux valeurs de C et P. On peut utiliser des statistiques internationales, telles que des bases de données de la FAO, les *Lignes directrices du GIEC*, et autres sources, pour estimer la superficie des prairies. La superficie des prairies brûlées peut être estimée à l'aide de données sur la fréquence des feux pour différents types de prairies ou à l'aide d'évaluations plus précises, telles que des inventaires des zones brûlées établis par télédétection.

On peut améliorer les estimations, en utilisant des relevés annuels ou périodiques plus détaillés pour estimer les superficies des prairies, avec sub-divisions par types de prairies, régions climatiques et régimes de gestion. Les pays qui ne disposent que de données partielles spécifiques au pays et à résolution plus fine sont invités à extrapoler à la base terrestre complète de prairies, en se basant sur des suppositions reflétant l'état actuel des connaissances.

Le Niveau 3 requiert des données d'activités à haute résolution, sub-divisées à des échelles sub-nationales. Comme pour le Niveau 2, les superficies sont classées par types de prairies spécifiques, grandes régions climatiques et régimes de gestion. On utilise, si possible, des estimations de superficies spatialement explicites pour faciliter la couverture complète des prairies et pour s'assurer que les superficies ne sont ni surestimées ni sous-estimées. On peut également associer des estimations de superficies spatialement explicites à des taux d'accumulation et

d'absorption du carbone pertinents localement, et à des impacts du repeuplement et de la gestion pour améliorer l'exactitude des estimations.

3.4.1.1.4 Évaluation de l'incertitude

Étant donné que le Niveau 1 suppose une absence de variation de la biomasse des prairies, il n'est pas nécessaire d'estimer l'incertitude pour le Niveau 1. Les recommandations ci-dessous s'appliquent à des estimations de l'incertitude pour des méthodes de Niveau 2 et 3.

Les sources d'incertitude incluent le degré d'exactitude des estimations des superficies terrestres (S_i), de la fraction de superficie brûlée ($f_{brûlée,i}$), de la croissance et des pertes de carbone (C et P), du stock de carbone (B), et des termes des facteurs d'expansion (FE). Les *bonnes pratiques* consistent à calculer les estimations d'erreur (écart type, erreur type, ou plage) pour chacun de ces termes définis par pays et d'utiliser ces estimations dans une évaluation de l'incertitude de base. Des estimations d'incertitude par défaut au Tableau 3.4.3 peuvent être utilisées pour les facteurs d'expansion de la biomasse.

Les méthodes de Niveau 2 peuvent aussi utiliser des données d'activités à résolution plus fine, par exemple, des estimations de superficies pour des régions climatiques ou des régimes de gestion des prairies dans des limites nationales. Les données à résolution plus fine diminueront l'incertitude lorsqu'elles sont associées à des facteurs d'accumulation du carbone établis pour ces bases terrestres à résolution plus fine.

On peut utiliser cette information avec une mesure de l'incertitude des estimations de superficies du Chapitre 2 pour évaluer l'incertitude des estimations des émissions et absorptions de carbone de la biomasse des prairies à l'aide de la méthodologie de Niveau 1 pour l'analyse de l'incertitude décrite au Chapitre 5.2 (Identification et quantification des incertitudes).

3.4.1.2 VARIATIONS DES STOCKS DE CARBONE DES SOLS

3.4.1.2.1 QUESTIONS METHODOLOGIQUES

Les *Lignes directrices du GIE* présentent des méthodes d'estimation des émissions et absorptions de CO₂ par les sols résultant de l'utilisation des terres et de la gestion (Section 5.3) applicables à toutes les utilisations des terres, y compris aux prairies. La méthodologie examine les variations des stocks de carbone organique (émissions ou absorptions de CO₂) pour les sols minéraux, les émissions et absorptions de CO₂ pour les sols organiques (sols tourbeux ou terres noires) convertis en pâturages et les émissions de CO₂ résultant du chaulage des prairies.

Pour ce qui est des variations des stocks de carbone des sols minéraux, conformément à la définition des *Lignes directrices du GIEC*, les stocks de carbone des sols sont constitués par le carbone organique présent dans les horizons de sols minéraux jusqu'à une profondeur de 30 cm et n'incluent pas le carbone dans les résidus superficiels (matière organique morte) ou les variations du carbone inorganique (carbonates). Dans la majorité des cas, les résidus superficiels des sols des prairies représentent un stock peu important, par comparaison avec le carbone des sols.

L'Équation récapitulative 3.4.7 ci-dessous permet d'estimer les variations des stocks de carbone des sols :

<p>ÉQUATION 3.4.7</p> <p>VARIATION ANNUELLE DES STOCKS DE CARBONE DES SOLS DES PRAIRIES RESTANT PRAIRIES</p> $\Delta C_{PP_{Sols}} = \Delta C_{PP_{Minéraux}} - \Delta C_{PP_{Organiques}} - \Delta C_{PP_{Chaulage}}$

Où : $\Delta C_{PP_{Sols}}$ = variation annuelle des stocks de carbone des sols des prairies restant prairies, tonnes C an⁻¹

$\Delta C_{PP_{Minéraux}}$ = variation annuelle des stocks de carbone des sols minéraux des prairies restant prairies, tonnes C an⁻¹

$\Delta C_{PP_{Organiques}}$ = variation annuelle des stocks de carbone des sols organiques des prairies restant prairies (estimé en tant que flux annuel net), tonnes C an⁻¹

$\Delta C_{PP_{Chaulage}}$ = émissions annuelles de C résultant du chaulage des prairies, tonnes C an⁻¹

Pour les méthodes de Niveau 1 et 2, on supposera une absence de variation pour la matière organique morte et les stocks de carbone inorganique. Si la matière organique morte est incluse dans une méthode de Niveau 3, les mesures devront être basées sur les quantités minimum présentes pendant un cycle annuel, afin de ne pas inclure de végétaux dont la sénescence est récente qui représentent un bassin de matière organique transitoire. Le choix du niveau approprié dépendra de : (i) la disponibilité et du détail des données d'activités sur la gestion des prairies et les changements de gestion dans le temps, (ii) l'existence d'informations pertinentes pour l'estimation des stocks de carbone de base, des variations des stocks et des facteurs d'émissions, et (iii) l'existence de systèmes d'inventaires nationaux spécifiques conçus pour les sols.

Tous les pays devront s'efforcer d'améliorer les méthodes d'inventaire et de notification en recherchant le niveau le plus élevé compte tenu des circonstances nationales. Les *bonnes pratiques* pour les pays consistent à utiliser une méthode de Niveau 2 ou 3 si les émissions et absorptions de carbone des prairies restant prairies sont une catégorie clé et si la sous-catégorie de matières organiques des sols est considérée comme significative conformément aux critères présentés au Chapitre 5. Les pays devront utiliser le diagramme décisionnel à la Figure 3.1.1 qui facilitera le choix de méthode.

3.4.1.2.1.1 Choix de la méthode

La méthode utilisée pour l'estimation des variations des stocks de carbone des sols minéraux diffère de celle recommandée pour les sols organiques. Les pays peuvent être aussi amenés à utiliser des niveaux différents pour les estimations des composants séparés pour cette sous-catégorie, en fonction des ressources disponibles. En conséquence, les sols minéraux, sols organiques et les émissions dues au chaulage sont examinés séparément ci-après.

Sols minéraux

La méthode d'estimation pour les sols minéraux est basée sur des variations des stocks de carbone des sols pour une période finie suite à des changements de gestion qui influent sur le carbone des sols, comme indiqué dans l'Équation 3.4.8. Les stocks de carbone des sols antérieurs ($COS_{(0-T)}$) et les stocks de carbone des sols pour l'année d'inventaire (COS_0) pour la superficie d'un système de prairies dans l'inventaire sont estimés à partir de stocks de carbone de référence (Tableau 3.4.4) et des facteurs de variation des stocks (Tableau 3.4.5), appliqués aux points temporels respectifs. Dans le cas présent, un système de prairies correspond à une combinaison spécifique de climat, sols, et gestion. Les taux annuels d'émissions (source) ou d'absorptions (puits) sont calculés en tant que différence des stocks (dans le temps) divisée par la période de l'inventaire. La période par défaut est de vingt ans.

<p>ÉQUATION 3.4.8</p> <p>VARIATION ANNUELLE DES STOCKS DE CARBONE DES SOLS MINÉRAUX POUR UN SYSTÈME DE PRAIRIES</p> $\Delta C_{PP_{\text{Minéraux}}} = [(COS_0 - COS_{(0-T)}) \bullet S] / T$ $COS = COS_{REF} \bullet F_{UT} \bullet F_{RG} \bullet F_A$

Où : $\Delta C_{PP_{\text{Minéraux}}}$ = variation annuelle des stocks de carbone des sols minéraux, tonnes C an⁻¹

COS_0 = stocks de carbone organique des sols pour l'année d'inventaire, tonnes C ha⁻¹

$COS_{(0-T)}$ = stocks de carbone organique des sols T années avant l'inventaire, tonnes C ha⁻¹

T = période d'inventaire, années (la valeur par défaut est de vingt ans)

S = superficie de chaque parcelle, ha

COS_{REF} = stocks de carbone de référence, tonnes C ha⁻¹ ; voir Tableau 3.4.4

F_{UT} = facteur de variation des stocks pour le type d'utilisation des terres ou changement d'affectation des terres, adimensionnel ; voir Tableau 3.4.5

F_{RG} = facteur de variation des stocks pour le régime de gestion, adimensionnel ; voir Tableau 3.4.5

F_A = facteur de variation des stocks pour l'apport de matières organiques, adimensionnel ; voir Tableau 3.4.5

Les facteurs proposés pour les types d'utilisation des terres et la gestion sont définis très généralement et incluent : 1) un facteur pour l'utilisation des terres (F_{UT}) qui reflète les niveaux des stocks de carbone par rapport aux écosystèmes naturels, 2) un facteur de régime de gestion (F_{RG}) qui représente des grandes catégories de prairies améliorées et dégradées, et 3) un facteur d'apports (F_A) qui représente des niveaux d'apports de carbone dans les sols, qui n'est appliqué que pour les prairies améliorées. Si les terres étaient dans une autre catégorie d'utilisation (terres forestières, terres cultivées, etc.) au début de la période d'inventaire, on suivra les recommandations présentées à la Section 3.4.2, Terres converties en prairies.

Les calculs pour l'estimation de COS_0 et $COS_{(0-T)}$ et des variations nettes des stocks de carbone des sols par ha de superficie s'effectuent comme suit :

Étape 1 : Choisir la valeur des stocks de carbone de référence (COS_{REF}), basée sur le type de climat et de sols, pour chaque superficie inventoriée.

Étape 2 : Choisir le type de gestion des prairies (F_{RG}) en place au début de la période d'inventaire (vingt ans plus tôt), ainsi que les niveaux d'apports de carbone (F_A). Ces facteurs, multipliés par les stocks de carbone de référence, donnent l'estimation des stocks de carbone « initiaux » ($COS_{(0-T)}$) pour la période d'inventaire. On notera que pour les prairies restant prairies, le facteur d'utilisation des terres (F_{UT}) est toujours égal à 1.

Étape 3 : Calculer COS_0 en répétant l'étape 2, avec les mêmes stocks de référence (COS_{REF}) et $F_{UT} = 1$, mais avec des facteurs de gestion et d'apports représentatifs des conditions pendant l'année d'inventaire (en cours).

Étape 4 : Calculer la variation annuelle des stocks de carbone des sols pour la superficie pour la période d'inventaire ($\Delta C_{PP_Minéraux}$).

Exemple: Pour un Ultisol dans un climat humide tropical, COS_{REF} (0-30 cm) est de 47 tonnes C ha⁻¹. Dans le cadre d'une gestion ayant pour résultat un pâturage, non amélioré, avec surpâturage moyen, les stocks de carbone des sols au début de la période d'inventaire (la valeur par défaut est de vingt ans plus tôt) est $(COS_{REF} \bullet F_{UT} \bullet F_{RG} \bullet F_A) = 47 \text{ tonnes C ha}^{-1} \bullet 1 \bullet 0,97 \bullet 1 = 45,6 \text{ tonnes C ha}^{-1}$. Un pâturage amélioré, avec apports d'engrais ($F_{RG} = 1,17$) représente la gestion pendant l'année d'inventaire (en cours), donnant une estimation des stocks de carbone des sols de 47 tonnes C ha⁻¹ $\bullet 1 \bullet 1,17 \bullet 1 = 55 \text{ tonnes C ha}^{-1}$. La variation annuelle moyenne des stocks de carbone des sols pour la superficie pour la période d'inventaire est donc : $(55 \text{ tonnes C ha}^{-1} - 45,6 \text{ tonnes C ha}^{-1}) / 20 \text{ ans} = 0,47 \text{ tonnes C ha}^{-1} \text{ an}^{-1}$.

Niveau 1: Pour le Niveau 1, on utilise des stocks de carbone de référence par défaut et des facteurs de variation des stocks (comme indiqué à l'Équation 3.4.8) pour les principaux systèmes de prairies dans un pays, stratifiés par les types de climat et de sols par défaut (Équation 3.4.9). Pour la superficie globale des prairies restant prairies, on peut calculer les variations des stocks en suivant les changements de gestion et en calculant les variations des stocks sur des parcelles individuelles (Équation 3.4.9A), ou en calculant les stocks de carbone des sols globaux au début et à la fin de la période d'inventaire à partir de données plus générales sur la distribution des superficies des systèmes de prairies (Équation 3.4.9B). Les résultats globaux seront les mêmes, quelle que soit la méthode, la principale différence étant que l'attribution des effets des changements spécifiques de gestion requiert des données d'activités qui suivent les changements de gestion sur des superficies spécifiques. Les valeurs par défaut pour ce calcul sont indiquées à la Section 3.4.1.2.1.2.

ÉQUATION 3.4.9
VARIATION ANNUELLE DES STOCKS DE CARBONE DES SOLS MINÉRAUX POUR TOUTES LES PRAIRIES RESTANT PRAIRIES

$$\Delta C_{PP_Minéraux} = \sum_c \sum_s \sum_i [(COS_0 - COS_{(0-T)}) \bullet S]_{c,s,i} / T \quad (A)$$

$$\Delta C_{PP_Minéraux} = \sum_c \sum_s \sum_i (COS_0 \bullet A)_{c,s,i} - \sum_c \sum_s \sum_i (COS_{(0-T)} \bullet A)_{c,s,i} / T \quad (B)$$

Où : $\Delta C_{PP_Minéraux}$ = variation annuelle des stocks de carbone des sols minéraux, tonnes C an⁻¹

COS_0 = stocks de carbone organique des sols pour l'année d'inventaire, tonnes C ha⁻¹

$COS_{(0-T)}$ = stocks de carbone organique des sols T années avant l'inventaire, tonnes C ha⁻¹

T = période d'inventaire, années (la valeur par défaut est de vingt ans)

S = superficie de chaque parcelle, ha

c représente les zones climatiques, s les types de sol, et i l'ensemble des principaux types de prairies dans un pays.

Exemple: L'exemple suivant décrit les calculs pour les variations de stocks de carbone des sols de superficies de prairies à l'aide de l'Équation 3.4.9B. Dans un climat humide tropical sur des Ultisols, il y a 1Mha de prairies permanentes. Les stocks de carbone naturel de référence (COS_{REF}) pour le type de climat/sols sont 47 tonnes C ha⁻¹. Au début de la période de calcul de l'inventaire (vingt ans plus tôt), la distribution des systèmes de prairies était la suivante : 500 000 ha de prairies naturelles non gérées, 400 000 ha de terres à pâturages non améliorées, moyennement dégradées et 100 000 ha de prairies très dégradées. Les stocks de carbone des sols initiaux pour la superficie étaient de : 500 000 ha \bullet (47 tonnes C ha⁻¹ \bullet 1 \bullet 1 \bullet 1) + 400 000 ha \bullet (47 tonnes C ha⁻¹ \bullet 1 \bullet 0,97 \bullet 1) + 100 000 ha \bullet (47 tonnes C ha⁻¹ \bullet 1 \bullet 0,7 \bullet 1) = 45,026 millions de tonnes de carbone. Pendant la période d'inventaire (en cours), il y a : 300 000 ha de prairies naturelles non gérées, 300 000 ha de terres à pâturages non améliorées, moyennement dégradées, 200 000 ha de prairies très dégradées, 100 000 ha de pâturages améliorés avec apports d'engrais, et 100 000 ha de pâturages très améliorés recevant des engrais et irrigués. Les stocks de carbone des sols totaux pour l'année d'inventaire sont donc : 300 000 ha \bullet (47 tonnes C ha⁻¹ \bullet 1 \bullet 1 \bullet 1) + 300 000 ha \bullet (47 tonnes C ha⁻¹ \bullet 1 \bullet 0,97 \bullet 1) + 200 000 ha \bullet (47 tonnes C ha⁻¹ \bullet 1 \bullet 0,7 \bullet 1) + 100 000 ha \bullet (47 tonnes C ha⁻¹ \bullet 1 \bullet 1,17 \bullet 1) + 100 000 ha \bullet (47 tonnes C ha⁻¹ \bullet 1 \bullet 1,17 \bullet 1.11) = 45,960 millions de tonnes de carbone. La variation annuelle moyenne des stocks pendant la période pour la superficie totale est : $(45,960 - 45,026)$ millions de tonnes C/20 an = 0,934 million de tonnes/20 an = 46 695 tonnes par augmentation des stocks de carbone des sols annuelle.

Niveau 2 : Le Niveau 2 utilise les mêmes équations de base que le Niveau 1, mais avec des valeurs spécifiques au pays pour les stocks de carbone de référence et/ou les facteurs de variation des stocks. De plus, les méthodes de Niveau 2 utiliseront probablement une stratification plus détaillée des systèmes de gestion, dans la limite des données disponibles.

Niveau 3 : Les méthodes de Niveau 3, qui associent des modèles dynamiques et de mesures d'inventaire détaillées des émissions du carbone des sols /variations des stocks, n'utiliseront probablement pas de facteurs de variation de stocks ou des facteurs d'émissions simples tels quels. Les estimations d'émissions utilisant des méthodes fondées sur des modèles sont le produit de l'interaction d'équations qui estiment la variation nette des stocks de carbone des sols dans les modèles. Un certain nombre de modèles ont été conçus pour simuler les échanges du carbone des sols (McGill *et al.*, 1996 ; Smith *et al.*, 1997 ; etc.).

Les critères clés pour le choix d'un modèle approprié sont sa capacité à représenter toutes les pratiques de gestion étudiées et la compatibilité des entrées du modèle (les variables motrices) avec les données disponibles à l'échelle nationale. Le modèle doit être validé à l'aide d'observations indépendantes provenant de sites spécifiques au pays ou à la région et représentatifs de la variabilité des climats, des sols et des systèmes de gestion du pays. Des expériences à long terme dans les prairies (Conant *et al.*, 2001) ou des mesures à long terme des flux de carbone des écosystèmes pour les systèmes agricoles, à l'aide de techniques telles que la covariance de turbulence (Baldocchi *et al.*, 2001), sont des exemples d'ensembles de données de validation appropriés. Idéalement, il serait utile d'établir un système d'inventaire de parcelles de prairies permanentes, statistiquement représentatives, incluant les régions climatiques, les types de sols et les systèmes de gestion et variations des systèmes, et d'effectuer des mesures répétées des stocks de carbone des sols. Dans la plupart des cas, l'échantillonnage devrait être effectué au minimum tous les trois à cinq ans (GIEC, 2000b). Si possible, les mesures des stocks de carbone des sols seront effectuées sur une base massique équivalente (Ellert *et al.*, 2001) en mettant en oeuvre des procédures destinées à limiter les effets de la variabilité spatiale avec des échantillonnages répétés dans le temps (Conant et Paustian, 2002). Ces mesures d'inventaires pourraient être intégrées à une méthodologie fondée sur des modèles.

Sols organiques

La méthodologie de base pour l'estimation de la variation des stocks de carbone des sols organiques des prairies gérées consiste à affecter un taux de pertes annuelles de carbone dues au drainage et autres perturbations dues à la gestion pour adapter ces sols aux prairies gérées². Le drainage et le travail du sol stimulent l'oxydation des matières organiques jusque-là accumulées dans un environnement essentiellement anoxique. On estime les émissions annuelles de carbone en multipliant la superficie des sols organiques des prairies pour chaque type de climat par le facteur d'émissions, comme indiqué dans l'Équation 3.4.10 ci-dessous :

ÉQUATION 3.4.10 ÉMISSIONS DE CO₂ PAR LES SOLS ORGANIQUES CULTIVÉS DES PRAIRIES RESTANT PRAIRIES

$$\Delta C_{PP_{Organiques}} = \sum_c (S \bullet FE)_c$$

Où : $\Delta C_{PP_{Organiques}}$ = émissions de CO₂ par les sols organiques cultivés des prairies restant prairies, tonnes C an⁻¹

S = superficie des sols organiques pour le type de climat *c*, ha

FE = facteur d'émissions pour le type de climat *c* (voir Tableau 3.4.6), tonnes C ha⁻¹ an⁻¹

Niveau 1 : A ce niveau, on utilise des facteurs d'émissions par défaut (Tableau 3.4.6) avec des estimations de superficies pour les sols organiques gérés en tant que prairies pour chaque région climatique dans le pays (Équation 3.4.10). On peut développer des estimations de superficies à l'aide des recommandations du Chapitre 2.

Niveau 2 : La méthodologie de Niveau 2 utilise l'Équation 3.4.10 dans laquelle les facteurs d'émissions sont estimés à l'aide de données spécifiques au pays, stratifiées par région climatique, comme décrit à la Section 3.4.1.2.1.2. On peut estimer les superficies à l'aide des recommandations du Chapitre 2.

Niveau 3 : Les méthodes de Niveau 3 pour les sols organiques incluront des systèmes plus détaillés, avec des modèles dynamiques et des réseaux de mesures, comme décrit précédemment pour les sols minéraux.

Chaulage

Les *Lignes directrices du GIEC* incluent l'application de chaux contenant des carbonates (pierre à chaux calcique (CaCO₃), ou dolomie (CaMg(CO₃)₂, par exemple) sur les sols, comme source d'émissions de CO₂. Dans les régions humides, les prairies à gestion intensive peuvent faire périodiquement l'objet de chaulage visant à diminuer l'acidité des sols. Ce processus se résume ainsi : lorsque le carbonate de calcium est dissous dans le sol, les cations de base (Ca⁺⁺, Mg⁺⁺) s'échangent avec les ions d'hydrogène (H⁺) sur les colloïdes du sol (ce qui réduit l'acidité du sol) et le bicarbonate formé (2HCO₃) continue de réagir pour produire du CO₂ et de l'eau (H₂O). Bien qu'en général l'effet du chaulage ne dure que quelques années (après quoi, l'opération doit être répétée) en fonction du climat, du sol et des pratiques de gestion, les *Lignes directrices du GIEC* considèrent que tout le carbone du carbonate ajouté pendant l'année d'application représente des émissions de CO₂. Par

² Les prairies naturelles de « zones humides » qui peuvent être utilisées pour pâturages saisonniers, mais qui n'ont pas été drainées artificiellement, ne devront pas être incluses dans cette catégorie.

conséquent, le calcul s'effectue simplement en multipliant la quantité de chaux agricole appliquée par un facteur d'émissions, qui varie légèrement suivant la composition de l'apport de chaux.

ÉQUATION 3.4.11
ÉMISSIONS ANNUELLES DE CARBONE RESULTANT DU CHAULAGE AGRICOLE

$$\Delta C_{PP_{\text{Chaulage}}} = M_{\text{Pierre à chaux}} \bullet FE_{\text{Pierre à chaux}} + M_{\text{Dolomie}} \bullet FE_{\text{Dolomie}}$$

Où : $\Delta C_{PP_{\text{Chaulage}}}$ = émissions annuelles de carbone dues au chaulage agricole, tonnes C an⁻¹

M = quantité annuelle de pierre à chaux calcique (CaCO₃) ou dolomie (CaMg(CO₃)₂), tonnes an⁻¹

FE = facteur d'émissions, tonnes C (tonne de pierre à chaux ou dolomie)⁻¹ (équivalent aux teneurs en carbone des produits de chaulage (12 pour cent pour CaCO₃, 12,2 pour cent pour CaMg(CO₃)₂)).

Niveau 1 : A ce niveau, on peut utiliser la quantité totale de chaux contenant des carbonates appliquée annuellement aux sols des prairies et un facteur d'émissions général de 0,12 pour estimer les émissions de CO₂, sans différencier entre les diverses compositions du produit de chaulage. On utilise en général du carbonate de calcium pour le chaulage agricole ; toutefois, des oxydes et hydroxydes de chaux, sans carbone inorganique, sont quelquefois utilisés à cette fin et ne doivent pas être inclus ici (en effet, leur fabrication génère du CO₂, mais non pas leur utilisation pour le chaulage agricole).

Niveau 2 : A ce niveau, si les données le permettent, on peut différencier entre les types de chaux et utiliser des facteurs d'émissions spécifiques, car les produits de chaulage à carbonates (pierre à chaux et autres sources telles que dépôts de marne et de coquillages) peuvent varier en ce qui concerne leur teneur en carbone et leur pureté générale.

Niveau 3 : Une méthodologie de Niveau 3 pourrait inclure une comptabilisation plus détaillée des émissions dues au chaulage que pour les Niveaux 1 et 2. Selon les régimes climatiques et les sols, le bicarbonate résultant du chaulage peut ne pas être complètement émis sous forme de CO₂ dans les sols ou les eaux de drainage ; une fraction peut être lixiviée et précipitée dans les couches plus profondes des sols ou transférée aux nappes phréatiques profondes, aux lacs et océans où elle sera absorbée. On peut calculer des facteurs d'émissions spécifiques, si les données et les connaissances sur la transformation du carbone inorganique pour des conditions climat-sol spécifiques le permettent. Cependant, dans ce cas, on devra probablement inclure les flux de carbone associés aux carbonates primaires et secondaires des sols et leurs réactions à la gestion des prairies.

3.4.1.2.1.2 Choix des facteurs d'émissions/d'absorptions

Sols minéraux

La méthodologie aux Niveaux 1 ou 2 requiert l'utilisation des facteurs d'émissions/d'absorptions suivants pour les sols minéraux : stocks de carbone de référence (COS_{REF}) ; facteur de variation des stocks pour les changements d'affectation des terres (F_{UT}) ; facteur de variation des stocks pour le régime de gestion (F_{RG}) ; facteur de variation des stocks pour les apports de matières organiques (F_A).

Stocks de carbone de référence (COS_{REF})

Les sols à végétation naturelle qui n'ont pas fait l'objet d'une utilisation des terres et d'impacts de gestion significatifs servent de référence pour l'évaluation des variations du carbone des sols dues à la gestion.

Niveau 1 : Au Niveau 1, les *bonnes pratiques* consistent à utiliser les valeurs par défaut des stocks de carbone de référence (COS_{REF}) figurant au Tableau 3.4.4. Ces valeurs sont mises à jour par rapport aux valeurs présentées dans les *Lignes directrices du GIEC* comme suit : i) les estimations sont basées sur des statistiques provenant de compilations récentes de profils de sols à végétation naturelle, ii) les sols « spodiques » (définis comme des podzols de zones tempérées et boréales dans la nomenclature de la Base de référence mondiale pour les ressources en sols (WRB), et spodosols dans la nomenclature de l'USDA) sont inclus dans une catégorie séparée, iii) les sols de la zone climatique boréale ont été inclus.

Niveau 2 : Au Niveau 2, on peut estimer les stocks de carbone des sols de référence à l'aide de mesures des sols, par exemple, dans le cadre de relevés des sols et de cartographie nationaux. On obtient ainsi des valeurs représentatives pour un pays individuel et il est plus facile d'estimer les fonctions de distribution de probabilité qui peuvent être utilisées dans une analyse de l'incertitude officielle. On devra utiliser et documenter les normes acceptées pour l'échantillonnage et l'analyse du carbone des sols organiques et de la densité apparente.

Facteurs de variation des stocks (F_{UT}, F_{RG}, F_A)

Niveau 1 : A ce niveau, conformément aux *bonnes pratiques*, on utilisera les facteurs de variation des stocks par défaut (F_{UT}, F_{RG}, F_A) présentés au Tableau 3.4.5.

Ces facteurs ont été mis à jour par rapport à ceux des *Lignes directrices du GIEC*, après analyse statistique de publications scientifiques. Lorsque les données l'ont permis, des valeurs séparées ont été calculées pour les prairies tempérées et tropicales. Un facteur de base ou d'utilisation des terres de 1 est assigné à toutes les prairies (sauf les prairies à sols organiques). Quatre catégories de gestion de prairies sont définies (non améliorées/non dégradées, moyennement dégradées, fortement dégradées et améliorées - voir les définitions au Tableau 3.4.5). On entend par prairies améliorées, des prairies gérées de façon durable (non dégradées) qui reçoivent au moins un type d'apports externes (espèces améliorées, fertilisation, ou irrigation) destiné à augmenter la productivité. Pour les prairies améliorées, il y a deux niveaux pour la valeur du facteur d'apports, « nominale » (qui indique le cas de base ($F_A=1$) où il n'y a pas d'amélioration de la gestion *supplémentaire* à ce qui est requis pour la classification dans les prairies améliorées) et « élevée », qui indique la mise en oeuvre au minimum d'une amélioration supplémentaire (fertilisation avec irrigation, par exemple), et qui représente une gestion très intensive des prairies. Pour la catégorie de prairies moyennement dégradées, les valeurs ont été basées sur des études présentant des cas représentatifs de surpâturage et/ou de dégradation. Cependant, dans de nombreux cas, en particulier dans les tropiques, la dégradation des pâturages est associée à la disparition d'espèces herbacées plus agréables au goût et leur remplacement par des espèces « envahissantes » (qui sont souvent des plantes ligneuses). Bien qu'il s'agisse là d'une dégradation du point de vue de l'utilisation des pâturages, les effets sur le carbone des sols peuvent être moins importants (comme indiqué par la petite diminution pour F_{UT} pour les prairies moyennement dégradées, par rapport à leur état naturel). Les *Lignes directrices du GIEC* n'avaient qu'une seule catégorie pour les prairies dégradées, avec une valeur bien inférieure pour F_{RG} (0,7), qui sous-entend une forte dégradation et une perte de carbone des sols élevée. Le petit nombre d'études publiées ne permet pas de ré-estimer une valeur de facteur pour cet état et on a donc gardé la valeur antérieure pour représenter cet état de forte dégradation.

Niveau 2 : Pour la méthodologie de Niveau 2, on peut estimer les facteurs de variation des stocks à partir d'expériences à long terme ou autres mesures (chronoséquences sur le terrain) pour une région ou un pays particulier. On obtient ainsi des valeurs plus exactes et plus représentatives pour un pays individuel et il est plus facile d'estimer les fonctions de distribution de probabilité qui peuvent être utilisées dans une analyse de l'incertitude scientifique. Il existe peu d'expériences à long terme reproduites étudiant les effets de la gestion des prairies sur les stocks de carbone des sols, et par conséquent, les facteurs d'émissions pour la gestion des prairies sont plus incertains que ceux des terres cultivées permanentes. De nombreuses études évaluent les différences de stocks sur des parcelles appariées et il est important que les parcelles comparées aient des historiques d'utilisation des terres/de gestion similaires avant la mise en oeuvre de régimes de gestion expérimentaux. S'il existe suffisamment de données sur les taux de séquestration et sur la gestion des terres, on peut calculer des facteurs pour des pratiques de gestion des prairies spécifiques (fertilisation, semis d'espèces herbacées et légumineuses améliorées, gestion des pâturages, etc.).

Les données collectées à partir d'études publiées et d'autres sources devront inclure les stocks de carbone organique (la masse par superficie unitaire à une profondeur spécifiée) ou toutes les informations nécessaires au calcul des stocks de COS, à savoir le pourcentage de matières organiques et la densité apparente. Si on estime le pourcentage de matières organiques, et non pas le pourcentage de carbone organique, on peut utiliser un facteur de conversion de 0,58 pour la teneur en carbone des matières organiques des sols. L'analyse devra aussi préciser le type de sol (référence taxonomique des sols WRB ou USDA, etc.), la profondeur des mesures, et le cadre temporel dans lequel la différence de gestion a été exprimée. Les facteurs de variations des stocks devront couvrir une profondeur suffisante pour inclure la totalité des effets des changements de gestion sur les stocks de carbone des sols, avec ajustements pour tenir compte des variations possibles de la densité apparente (Ellert *et al.*, 2001). Conformément aux *bonnes pratiques*, on comparera les facteurs de variation des stocks à une profondeur minimale de 30 cm (la profondeur utilisée dans les calculs de Niveau 1). Il peut être utile d'estimer les variations des stocks à une profondeur plus élevée si on dispose d'un nombre suffisant d'études et si on peut démontrer l'existence de différences des stocks statistiquement significatives dues à la gestion des terres, à des profondeurs plus élevées.

Sols organiques

Pour l'estimation des émissions des sols organiques modifiés par drainage artificiel et autres pratiques afin d'être utilisés comme prairies gérées, on doit utiliser un facteur d'émissions (FE) pour les zones climatiques.

Niveau 1 : Des facteurs par défaut, identiques à ceux des *Lignes directrices du GIEC*, sont présentés au Tableau 3.4.6. Les prairies naturelles des « zones humides » quelquefois utilisées comme pâturages saisonniers mais qui n'ont pas été drainées artificiellement ne sont pas incluses.

Niveau 2 : On peut calculer des facteurs d'émissions à partir de données publiées sur les pertes de carbone des sols organiques. En général, les estimations des pertes de carbone des sols organiques des prairies gérées s'appuient sur des mesures de la subsidence, et sur quelques études portant sur des mesures directes des flux de CO_2 (Ogle *et al.*, 2003). L'érosion, le compactage, le brûlage et la décomposition sont des processus qui contribuent à la subsidence. L'estimation des facteurs d'émissions devra inclure uniquement les pertes dues à la décomposition. Si on utilise des données sur la subsidence, on utilisera des facteurs de conversion régionaux appropriés pour calculer la part de subsidence imputable à l'oxydation, à partir d'études mesurant la subsidence et les flux de CO_2 . En l'absence de ces données, une étude d'Armentano et Menges (1986) permet de recommander l'emploi d'un facteur par défaut de 0,5

pour la subsidence due à l'oxydation, sur une base d'équivalence gramme pour gramme. Si possible, on utilisera des mesures directes des flux de carbone, qui sont le meilleur moyen d'estimer les taux d'émissions des sols organiques.

TABLEAU 3.4.4 VALEURS DE REFERENCE PAR DEFAUT (SOUS VEGETATION NATURELLE) POUR LES STOCKS DE CARBONE ORGANIQUE DES SOLS (COS_{REF}) (TONNES C PAR HA A UNE PROFONDEUR ENTRE 0 ET 30 CM)						
Région	Sols ATA ¹	Sols APA ²	Sols sablonneux	Sols spodiques	Sols volcaniques ⁵	Sols de zones humides ⁶
Boréale	68	S/O	10 [#]	117	20 [#]	146
Froide tempérée, sèche	50	33	34	S/O	20 [#]	87
Froide tempérée, humide	95	85	71	115	130	
Chaude tempérée, sèche	38	24	19	S/O	70 [#]	88
Chaude tempérée, humide	88	63	34	S/O	80	
Tropicale, sèche	38	35	31	S/O	50 [#]	86
Tropicale, humide	65	47	39	S/O	70 [#]	
Tropicale, pluvieuse	44	60	66	S/O	130 [#]	

Remarque : Les données sont obtenues à partir de bases de données sur les sols décrites par Jobbagy et Jackson (2000) et Bernoux *et al.* (2002). Les stocks moyens sont indiqués. On suppose une estimation d'erreur par défaut de 95 pour cent (exprimée comme 2 fois les écarts type en tant que pourcentage de la moyenne) pour les types de sols et de climat. S/O (Sans Objet) indique l'absence de ces sols, en général, dans certaines zones climatiques.

indique l'absence de données disponibles et l'utilisation des valeurs par défaut des *Lignes directrices du GIEC*.

¹ Les sols argileux très actifs (ATA) sont des sols légèrement à modérément altérés par les éléments et contenant principalement des minéraux argileux silicatés de type 2/1 (la nomenclature de la Base de référence mondiale pour les ressources en sols (WRB) inclut les Leptosols, Vertisols, Kastanozems, Chernozems, Phaeozems, Luvisols, Alisols, Albeluvisols, Solonetz, Calcisols, Gypsisols, Umbrisols, Cambisols, Regosols ; la nomenclature USDA inclut les Mollisols, Vertisols, Alfisols à saturation en base élevée, Aridisols, et Inceptisols).

² Les sols argileux peu actifs (APA) sont des sols extrêmement altérés par les éléments et contenant principalement des minéraux argileux de type 1/1 et des oxydes de fer et d'aluminium amorphes (la nomenclature de la Base de référence mondiale pour les ressources en sols (WRB) inclut les Acrisols, Lixisols, Nitosols, Ferrasols, et Durisols ; la nomenclature USDA inclut les Ultisols, Oxisols, et Alfisols acidiques).

³ Inclut tous les sols (quelle que soit la nomenclature) ayant > 70 pour cent de sable et < 8 pour cent d'argile, basé sur des analyses texturales types (la nomenclature de la Base de référence mondiale pour les ressources en sols (WRB) inclut les Arénosols ; la nomenclature USDA inclut les Psamments).

⁴ Sols présentant une forte podzolisation (la nomenclature de la Base de référence mondiale pour les ressources en sols (WRB) inclut les Podzols ; la nomenclature USDA inclut les Spodosols)

⁵ Sols dérivés de cendres volcaniques avec minéralogie alophanique (Andosols dans la nomenclature de la Base de référence mondiale pour les ressources en sols (WRB) ; Andisols dans la nomenclature USDA)

⁶ Sols à drainage limité entraînant des inondations périodiques et des conditions anaérobies (Gleysols dans la nomenclature de la Base de référence mondiale pour les ressources en sols (WRB) ; sous-ordres aquiques dans la nomenclature USDA).

TABLEAU 3.4.5 FACTEURS DE VARIATION DES STOCKS RELATIFS POUR LA GESTION DES PRAIRIES [VOIR SECTION 3.4.7 POUR LES METHODES UTILISEES POUR ESTIMER LES FACTEURS DE VARIATION DES STOCKS]						
Facteur	Niveau	Régime climatique	Valeurs par défaut GIEC	Valeur par défaut revue	Erreur ^{1,2}	Définition
Utilisation des terres (F _{UT})	Tous	Tous	1,0	1,0	S/O	Un facteur d'utilisation des terres de 1 est attribué à toutes les prairies permanentes.
Gestion (F _{RG})	Géré nominale (non - dégradée)	Tous	1,0	1,0	S/O	Représente des prairies non dégradées et gérées durablement, mais sans améliorations de gestion significatives.
Gestion (F _{RG})	Prairies moyennement dégradées	Tempéré/Boréal	S/O	0,95	± 12%	Représente des prairies surpâturage ou moyennement dégradées, avec une certaine perte de productivité (par rapport à des prairies naturelles ou à gestion nominale) et ne recevant pas d'apports de gestion.
		Tropical	S/O	0,97	± 10%	
Gestion (F _{RG})	Fortement dégradées	Tous	0,7	0,7	± 50%	Indique une perte de productivité importante et de couverture végétale à long terme, en raison des dégradations mécaniques importantes de la végétation et/ou une forte érosion des sols.
Gestion (F _{RG})	Prairies améliorées	Tempéré/Boréal	1,1	1,14	± 10%	Représente des prairies gérées durablement, subissant une pression moyenne par les pâturages et recevant au moins un type d'amélioration (fertilisation, amélioration des espèces, irrigation, etc.).
		Tropical	1,1	1,17	± 10%	
Apports (appliqués seulement sur des prairies améliorées) (F _A)	Nominal	Tous	S/O	1,0	S/O	S'applique à des prairies améliorées sans apports supplémentaires de gestion.
Apports (appliqués seulement sur des prairies améliorées) (F _A)	Élevé	Tempéré/Boréal	S/O	1,11	± 8%	S'applique à des prairies améliorées où un ou plusieurs apports supplémentaires de gestion/améliorations ont été utilisés (en plus de ce qui est requis pour la classification dans les prairies améliorées).
		Tropical	S/O	1,11	± 8%	

¹ ± deux écarts types, exprimés en tant que pourcentage de la moyenne ; dans le cas d'études insuffisantes pour une analyse statistique, on a utilisé une valeur par défaut, calculée à partir d'un jugement d'expert, de ± 50 pour cent. S/O signifie « Sans Objet », lorsque les valeurs des facteurs sont des valeurs de référence définies ou lorsque les valeurs des facteurs n'ont pas été déjà estimées pour les *Lignes directrices du GIEC*.

² Cette plage d'erreur n'inclut pas les erreurs systématiques potentielles dues à de petits échantillons qui peuvent ne pas être représentatifs de l'impact réel pour toutes les régions du monde.

TABLEAU 3.4.6 FACTEURS D'EMISSION ANNUELS (FE) POUR LES SOLS ORGANIQUES DES PRAIRIES GERÉES		
Régime climatique	Valeur par défaut des Lignes directrices du GIEC (tonnes C ha ⁻¹ an ⁻¹)	Erreur [#]
Tempéré froid	0,25	± 90%
Tempéré chaud	2,5	± 90%
Tropical/sub-tropical	5,0	± 90%

[#] Représente une estimation d'erreur nominale, équivalente à deux fois les écarts type en tant que pourcentage de la moyenne.

Chaulage

Voir la discussion à la Section 3.4.1.2.1.1.

3.4.1.2.1.3 Choix des données d'activités

Sols minéraux

L'estimation des émissions/absorptions par les sols minéraux requiert des données sur les superficies des prairies faisant l'objet de pratiques de gestion différentes (S).

Pour les prairies existantes, les données d'activités devront refléter les variations ou les tendances des pratiques de gestion, telles que l'utilisation des prairies, qui influent sur les stocks de carbone des sols, et ont un impact sur la production. Il existe deux grands types de données d'activités : 1) des statistiques globales compilées par pays ou pour des zones administratives dans les pays (provinces, régions, etc.) ou 2) inventaires ponctuels d'utilisation des terres et de gestion constituant un échantillon basé sur des statistiques de la superficie terrestre d'un pays. L'utilisation des deux types de données d'activités est décrite au Chapitre 2, et l'utilisation des méthodes décrites ici, aux trois niveaux, dépendra de la résolution spatiale et temporelle requise. Pour les inventaires de Niveaux 1 et 2, les données d'activités devront être stratifiées par régions climatiques et types de sols, car les stocks de carbone des sols de référence varient considérablement en fonction de ces facteurs. Pour l'application de modèles dynamiques et/ou d'un inventaire fondé sur des mesures directes au Niveau 3, des données similaires ou plus détaillées sur les climats, les sols, la topographie et la gestion seront nécessaires, mais les besoins précis dépendront en partie du modèle utilisé.

Des statistiques mondiales sur l'utilisation des terres et la production agricole, telles que les bases de données de la FAO (http://www.fao.org/waicent/portal/glossary_en.asp) présentent des compilations annuelles des superficies totales par grands types d'utilisation des terres, sans données supplémentaires sur la gestion des prairies, les climats et les sols. L'utilisation de ces données ou de données globales nationales devra être complétée par l'utilisation de données nationales pour sub-diviser les superficies par types de climat et de sols. Si ces données complémentaires ne sont pas disponibles, on peut recouvrir des cartes de couverture terrestre/utilisation des terres (nationales ou provenant d'ensembles de données globales telles que IGBP_DIS) avec des cartes des sols nationales ou provenant de sources globales telles que la Carte mondiale des sols de la FAO. Si possible, les superficies associées à une gestion des prairies caractéristique devront être délimitées et associées aux valeurs des facteurs de gestion appropriées (dégradées, naturelles, améliorées, etc.) ou spécifiques (fertilisation, intensité du pâturage, etc.). Des cartes sur la dégradation des sols peuvent être une source d'information utile pour le classement des prairies par type de gestion (Conant et Paustian, 2002b).

Les inventaires nationaux sur l'utilisation des terres et les ressources, qui incluent des points d'échantillonnage permanents pour une collecte des données périodique, présentent certains avantages par rapport aux statistiques globales sur les activités pastorales et l'utilisation des terres. Les points d'inventaires peuvent être plus facilement associés à un système de gestion des prairies particulier, et on peut déterminer le type de sol associé à un emplacement particulier par échantillonnage ou référencement de l'emplacement sur une carte des sols. Les points d'inventaires choisis, à partir d'une conception statistique appropriée, permettent aussi d'estimer la variabilité associée aux données d'activités, et de l'intégrer à une analyse de l'incertitude officielle. Les principes d'échantillonnage sont décrits au Chapitre 2, et l'Inventaire des ressources nationales aux États-Unis est un exemple d'inventaire de ressources basé sur des points (Nusser et Goebel, 1997).

Sols organiques

L'estimation des émissions pour les sols organiques requiert des données sur les superficies des sols organiques, par régime climatique (S). On peut utiliser des bases de données et des méthodes similaires à celles présentées ci-dessus pour obtenir des estimations des superficies. Un recouvrement des cartes des sols indiquant la distribution spatiale des histosols (sols organiques) avec des cartes d'utilisation des terres indiquant les superficies des prairies peut fournir des données initiales sur les superficies des sols organiques des prairies. On peut associer des données nationales sur les projets de drainage à des cartes des sols et relevés pour obtenir des estimations plus précises des superficies des prairies à sols organiques.

3.4.1.2.1.4 Évaluation de l'incertitude

Une évaluation officielle de l'incertitude requiert l'estimation de l'incertitude des taux d'émissions/d'absorptions par superficie, ainsi que l'incertitude des données d'activités (les superficies faisant l'objet de changements d'affectation des terres et de gestion), et de leur interaction.

Des estimations de l'écart type (et de la taille de l'échantillon) pour les valeurs par défaut globales revues établies dans le présent rapport sont présentées dans les tableaux ; elles peuvent être utilisées avec les estimations de la variabilité des données d'activités pour estimer l'incertitude, conjointement avec les recommandations du Chapitre 5 du présent rapport. Les organismes chargés des inventaires devront être conscients de l'incertitude relativement élevée des valeurs par défaut globales simples appliquées à des pays spécifiques. De plus, étant donné que les études sur le terrain utilisées pour obtenir les valeurs par défaut globales n'ont pas de distribution uniforme en matière de climats, types de sols, et systèmes de gestion, certaines superficies – en particulier dans les régions tropicales – sont sous-représentées. Au Niveau 2, le calcul des fonctions de densité de probabilité (qui donnent des estimations de moyenne et de variance) pour des facteurs de variation des stocks, des facteurs d'émissions des sols

organiques et des stocks de carbone de référence, peut être intégré au processus d'obtention de données spécifiques à la région ou au pays. On peut réduire l'incertitude des taux d'émissions et d'absorptions des sols par des études de terrain sur l'influence de la gestion sur les stocks de carbone pour les principaux types de prairies et régimes de gestion. Lorsqu'on utilise des données de chronoséquences, l'incertitude des estimations des variations des stocks de carbone peut être relativement élevée et il est donc souhaitable d'utiliser la moyenne de plusieurs études « reproduites » pour obtenir des données plus représentatives.

3.4.1.3 ÉMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE SANS CO₂

Couverture des émissions de gaz sans CO₂ dans les *Lignes directrices du GIEC*

Les *Lignes directrices du GIEC* et *GPG2000* couvrent déjà les sources d'émissions de gaz sans CO₂ suivantes :

- Émissions de N₂O résultant de l'application d'engrais minéraux et organiques, résidus organiques et fixation de l'azote biologique dans les prairies gérées ;
- Émissions de N₂O, NO_x, CH₄ et CO résultant de la combustion des prairies (savanes) dans les tropiques ; et
- Émissions de N₂O imputables au bétail dans les pâturages.

Les *bonnes pratiques* consistent à suivre les recommandations des *Lignes directrices du GIEC* (Chapitre 4, Agriculture) et *GPG2000* pour estimer et notifier ces flux dans la section Agriculture.

Il existe d'autres sources d'émissions et absorptions, qui ne sont pas incluses dans les *Lignes directrices du GIEC* (Chapitre 4, Agriculture) et *GPG2000*, notamment des émissions de N₂O résultant de la minéralisation de l'azote organique des sols organiques drainés des prairies³, des variations de l'absorption de CH₄ dans les sols des prairies gérées et des émissions dues à la combustion dans les prairies tempérées. A ce jour, le peu de données dont on dispose sur les émissions de N₂O résultant de l'augmentation de la minéralisation de l'azote des sols organiques des prairies et des réductions des puits de CH₄ dues à la gestion des prairies ne permet pas de recommander de méthodologies spécifiques. Dans la plupart des cas, il ne s'agira que de flux mineurs ; l'évolution des recherches et des données devrait permettre une meilleure prise en compte de ces sources.

En ce qui concerne la combustion dans les prairies extérieures aux tropiques (non incluses dans les *Lignes directrices du GIEC* (Chapitre 4, Agriculture) et *GPG2000*), des méthodes d'estimation des émissions de N₂O, NO_x, CH₄ et CO imputables à cette source sont décrites à la Section 3.2.1.4. Des valeurs par défaut pour la biomasse sur pied, utilisées pour estimer la quantité de combustible brûlé, figurent au Tableau 3.4.2. On notera que la quantité de biomasse pouvant servir de combustible peut varier considérablement selon l'époque de l'année et le régime de pâturage, et il est donc conseillé d'utiliser des estimations de biomasse spécifiques au pays correspondant à l'époque et à la localisation de la combustion des prairies.

3.4.2 Terres converties en prairies

Les incidences sur le carbone des conversions de terres (principalement terres forestières et terres cultivées, à un moindre degré zones humides et, très rarement, peuplements) en prairies sont moins claires que pour les conversions en terres cultivées. Les publications relatives au type principal de conversion (terres forestières en prairies dans les tropiques) indiquent des gains et pertes nets de carbone des sols, et des effets critiques de la gestion sur les variations du carbone des sols pour les prairies après conversion (Veldkamp, 2001, par exemple). La conversion de terres en prairies, à partir d'autres utilisations et d'autres états naturels, peut être à l'origine d'émissions nettes (ou d'absorptions nettes) de CO₂ par la biomasse et les sols. Les émissions par la biomasse sont examinées à la Section 3.4.2.1 et celles des sols à la Section 3.4.2.2. Le calcul des variations des stocks de carbone de la biomasse à la suite des conversions des terres en prairies est décrit dans les *Lignes directrices du GIEC* à la Section 5.2.3 Conversion des forêts et des prairies.

Les méthodes décrites dans la présente section ont pour but d'estimer les variations des stocks de carbone de la biomasse et des sols associées à la conversion des terres et à l'établissement de prairies. Les variations des stocks ultérieures devront être estimées dans la catégorie Prairies restant prairies.

L'équation récapitulative pour la variation des stocks de carbone des terres converties en prairies figure ci-dessous (Équation 3.4.12). Deux sous-catégories sont estimées pour la catégorie Terres converties en prairies : biomasse vivante et matières organiques des sols. Le Tableau 3.4.7 résume les niveaux pour chaque sous-catégorie de carbone.

³ Les émissions résultant de la fertilisation et de l'utilisation de fumier sur ces prairies sont incluses dans les *Lignes directrices du GIEC* (Chapitre 4, Agriculture) et dans *GPG2000*.

ÉQUATION 3.4.12**VARIATION TOTALE DES STOCKS DE CARBONE DES TERRES CONVERTIES EN PRAIRIES**

$$\Delta C_{TP} = \Delta C_{TP_{BV}} + \Delta C_{TP_{Sols}}$$

Où : ΔC_{TP} = variation totale des stocks de carbone des terres converties en prairies, tonnes C an⁻¹

$\Delta C_{TP_{BV}}$ = variation des stocks de carbone de la biomasse vivante des terres converties en prairies, tonnes C an⁻¹

$\Delta C_{TP_{Sols}}$ = variation des stocks de carbone des sols des terres converties en prairies, tonnes C an⁻¹

3.4.2.1 VARIATION DES STOCKS DE CARBONE DE LA BIOMASSE VIVANTE**3.4.2.1.1 QUESTIONS METHODOLOGIQUES**

Cette section contient des *Recommandations en matière de bonnes pratiques* pour le calcul des émissions et absorptions de CO₂ de la biomasse résultant de la conversion en prairies de terres à l'état naturel ou utilisées autrement, y compris le déboisement et la conversion de terres cultivées en pâturages. Les émissions et absorptions de carbone de la biomasse lors de la conversion en prairies résultent du défrichage de la végétation en place qui est remplacée par un autre type de végétation. Ce processus peut donner lieu à des augmentations ou diminutions des stocks de carbone de la biomasse selon le type de conversion des terres. Ceci est différent des concepts sous-jacents aux variations des stocks de carbone de la biomasse des prairies restant prairies où les variations sont liées à des pratiques de gestion.

Génériquement, les méthodes pour la quantification des émissions et absorptions de carbone dues à la conversion de terres en prairies utilisent des estimations des stocks de carbone avant et après la conversion (selon l'utilisation antérieure des terres : terres forestières, terres cultivées ou zones humides) et des estimations des superficies des terres converties pendant la période de conversion. Suite à une conversion en prairies, on suppose un défrichage total de la végétation dominante, après quoi un type d'herbacées est planté ou établi autrement (création de pâturages, etc.). Les prairies peuvent aussi résulter de l'abandon d'un type d'utilisation des terres (terres cultivées, etc.) suivi de l'établissement de prairies sur ces terres. La végétation qui remplace la végétation défrichée pendant la conversion devra être prise en compte si on utilise cette méthodologie avec les méthodes de la Section 3.4.1.

3.4.2.1.1.1 Choix de la méthode

Niveau 1: La méthode de Niveau 1 suit la méthodologie décrite dans les *Lignes directrices du GIEC* à la Section 5.2.3 Conversion des forêts et des prairies, dans laquelle on estime la quantité de carbone éliminée en multipliant la superficie convertie annuellement par la différence entre les stocks de carbone de la biomasse avant et après la conversion, en tenant compte du carbone de la biomasse qui remplace la végétation défrichée. Conformément aux *bonnes pratiques*, toutes les conversions en prairies devront être comptabilisées. Par conséquent, la présente section développe cette méthode afin d'inclure chaque utilisation des terres initiale, y compris les forêts, mais sans limitation. Tous les pays devront s'efforcer d'améliorer les méthodes d'inventaire et de notification en recherchant le niveau le plus élevé compte tenu des circonstances nationales. Les *bonnes pratiques* consistent à utiliser une méthodologie de Niveau 2 ou 3 si les émissions et absorptions de carbone sur les terres converties en prairies représentent une catégorie clé et si la biomasse vivante est considérée comme une sous-catégorie significative conformément aux critères présentés au Chapitre 5. Les pays devront utiliser le diagramme décisionnel à la Figure 3.1.2 qui facilitera le choix de la méthode.

L'Équation 3.4.13 résume les principaux éléments d'une approximation de premier ordre de la variation des stocks de carbone résultant d'une conversion en prairies. On estime la variation moyenne des stocks de carbone par superficie pour chaque type de conversion. Cette variation est égale à la variation des stocks de carbone due à l'élimination de la biomasse par l'utilisation des terres initiale (c'est-à-dire le carbone dans la biomasse immédiatement après la conversion moins le carbone de la biomasse avant la conversion), plus les stocks de carbone dus à la croissance de la biomasse après la conversion. Comme précisé dans les *Lignes directrices du GIEC*, on doit tenir compte de toute végétation remplaçant la végétation défrichée pendant la conversion. Les *Lignes directrices du GIEC* combinent dans un même terme le carbone de la biomasse après conversion et le carbone de la biomasse qui croît sur les terres après la conversion. Dans la présente méthode, ces deux éléments sont séparés, $C_{Après}$ et $\Delta C_{Croissance}$, pour plus de transparence. Au Niveau 1, les stocks de carbone de la biomasse immédiatement après conversion ($C_{Après}$) sont supposés être nuls; en d'autres termes, la terre est complètement défrichée avant l'ensemencement, la plantation ou la régénération naturelle de la végétation herbacée ou ligneuse. La variation moyenne des stocks de carbone par superficie pour une conversion de terres donnée est multipliée

par l'estimation de la superficie des terres converties pour une année donnée. Pour les années suivantes, on comptabilise les variations des stocks de carbone de la biomasse vivante des prairies, résultant des changements de gestion, conformément à la méthodologie de la Section 3.4.1.1 Variations des stocks de carbone de la biomasse dans les prairies restant prairies.

Niveau Sous- catégories	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3
Biomasse vivante	Utiliser des coefficients par défaut pour estimer la variation des stocks de carbone de la biomasse résultant des conversions des terres et pour le carbone de la biomasse qui remplace la végétation défrichée.	Utiliser au minimum des paramètres spécifiques au pays pour les stocks de carbone pour estimer les variations des stocks de carbone dus à la conversion en prairies. Attribuer les pertes de carbone au brûlage, à la décomposition, et autres processus de conversion importants au plan national. Estimer les émissions de gaz traces sans CO ₂ dues à la fraction de biomasse brûlée sur site et hors site. Utiliser des estimations de superficies sub-divisées par zones climatiques pertinentes au plan national et autres limites pour correspondre aux paramètres spécifiques au pays pour les stocks de carbone.	Utiliser une méthode spécifique au pays à une échelle spatiale fine (modélisation, mesures, etc.)
Stocks de carbone des sols	Pour la variation des stocks de carbone des sols pour les sols minéraux, utiliser des coefficients par défaut. Les superficies doivent être stratifiées par type de climat et de sol. Pour la variation du carbone des sols organiques utiliser des coefficients par défaut et stratifier les superficies par région climatique. Pour les émissions dues au chaulage, utiliser des facteurs d'émissions par défaut.	Pour les sols minéraux et organiques, utiliser une combinaison de coefficients par défaut et spécifiques au pays et d'estimations de superficies à résolution spatiale de plus en plus fine. Pour les émissions dues au chaulage, utiliser des facteurs d'émissions différenciés par type de chaux.	Utiliser une méthode spécifique au pays à une échelle spatiale fine (modélisation, mesures, etc.)

Les étapes de base pour l'estimation de la variation des stocks de carbone de la biomasse résultant de la conversion en prairies sont les suivantes :

1. Estimation de la superficie moyenne des terres faisant l'objet d'une conversion de terres en prairies, pendant une année ($S_{\text{conversion}}$), séparément pour chaque utilisation des terres initiale (terres forestières, terres cultivées, etc.) et type de prairies finales.
2. Pour chaque type de conversion en prairies, utilisation de l'Équation 3.4.13 pour l'estimation de la variation des stocks de carbone. On peut utiliser les données par défaut de la Section 3.4.2.1.1.2 pour $C_{\text{Après}}$, C_{Avant} et $\Delta C_{\text{Croissance}}$ pour estimer la variation totale des stocks par superficie pour chaque type de conversion des terres. L'estimation pour la variation des stocks par superficie peut être ensuite multipliée par les estimations des superficies obtenues à l'étape 1.
3. Estimation de la variation totale des stocks de carbone résultant de toutes les conversions en prairies par la somme des estimations individuelles pour chaque conversion.

Le Niveau 1 utilise l'hypothèse par défaut selon laquelle tout le carbone de la biomasse est émis dans l'atmosphère par des processus de décomposition sur site ou hors site. Les calculs de Niveau 1 ne différencient pas entre les émissions immédiates dues au brûlage et autres activités de conversion.

ÉQUATION 3.4.13
VARIATION ANNUELLE DES STOCKS DE CARBONE DE LA BIOMASSE VIVANTE DES TERRES
CONVERTIES EN PRAIRIES

$$\Delta C_{TP_{BV}} = S_{Conversion} \bullet (T_{Conversion} + \Delta C_{Croissance})$$

$$T_{Conversion} = C_{Après} - C_{Avant}$$

Où : $\Delta C_{TP_{BV}}$ = variation annuelle des stocks de carbone des terres converties en prairies, tonnes C an⁻¹

$S_{Conversion}$ = superficie annuelle des terres converties en prairies, ha an⁻¹

$T_{Conversion}$ = variation des stocks de carbone par superficie pour ce type de conversion lorsque les terres sont converties en prairies, tonnes C ha⁻¹

$\Delta C_{Croissance}$ = variation des stocks de carbone après un an de croissance des prairies après conversion, tonnes C ha⁻¹

$C_{Après}$ = stocks de carbone de la biomasse immédiatement après conversion en prairies, tonnes C ha⁻¹

C_{Avant} = stocks de carbone de la biomasse immédiatement avant conversion en prairies, tonnes C ha⁻¹

En général, les stocks de biomasse des prairies nouvellement établies atteignent un équilibre quelques années après la conversion (1 à 2 ans pour la biomasse herbacée aérienne, 3 à 5 ans pour la biomasse souterraine), variable selon le type de conversion des terres (l'établissement de pâturages semés, par exemple, peut être rapide, alors que la régénération naturelle sur des terres cultivées abandonnées peut prendre plusieurs années), les conditions climatiques et les régimes de gestion. Étant donné qu'au Niveau 1, pour les Prairies restant prairies, la valeur par défaut de la variation des stocks de carbone est de zéro, les variations des stocks de carbone de la biomasse pour les prairies établies suite à une conversion sont comptabilisées pendant l'année de la conversion.

Niveau 2 : Structurellement, les calculs de Niveau 2 sont semblables à ceux de Niveau 1, à l'exception des différences décrites ci-après. En premier lieu, le Niveau 2 utilise au moins quelques estimations spécifiques au pays pour les stocks de carbone des utilisations des terres initiales et finales au lieu des valeurs par défaut indiquées à la Section 3.4.2.1.1.2. Les estimations des superficies pour les terres converties en prairies sont sub-divisées à des échelles spatiales plus fines, afin que les valeurs des stocks de carbone spécifiques au pays soient plus représentatives des variations des systèmes régionaux et agricoles.

En second lieu, le Niveau 2 peut modifier l'hypothèse selon laquelle les stocks de carbone immédiatement après la conversion sont nuls. Les pays peuvent ainsi prendre en compte les conversions des terres avec défrichage partiel de la végétation initiale des terres. De plus, au Niveau 2, on peut comptabiliser l'accumulation de biomasse après l'établissement de prairies pour une période couvrant plusieurs années (plutôt que comptabiliser la variation totale des stocks de carbone pendant l'année de la conversion) si des données permettent d'estimer la durée jusqu'à l'établissement complet de la biomasse et les variations des stocks annuelles.

Enfin, au Niveau 2, les bonnes pratiques consistent à attribuer les pertes de carbone au brûlage et à la décomposition, s'il y a lieu. Des émissions de dioxyde de carbone se produisent à la suite du brûlage et de la décomposition pendant les conversions des terres. De plus, le brûlage est également une source d'émissions de gaz traces sans CO₂. En attribuant les pertes dues au brûlage et à la décomposition, les pays peuvent aussi calculer les émissions de gaz traces sans CO₂ résultant du brûlage. Le Manuel de référence des *Lignes directrices du GIEC* présente des instructions détaillées pour l'estimation des pertes de carbone dues au brûlage et à la décomposition de la biomasse sur site et hors site et pour l'estimation des émissions de gaz traces sans CO₂ dues au brûlage (pages 5.7-5.17). Les recommandations ci-après concernent l'estimation des pertes de carbone dues au brûlage et à la décomposition ; la Section 3.2.1.4 du présent chapitre contient d'autres recommandations sur l'estimation des émissions de gaz traces sans CO₂ dues au brûlage.

Les Équations 3.4.15 et 3.4.16 ci-dessous sont les équations de base pour l'estimation des quantités de carbone dues au brûlage ou à la décomposition. Cette méthodologie examine le brûlage à des fins de défrichage. Les émissions de gaz sans CO₂ dues au brûlage pour la gestion des prairies restant prairies sont examinées à la Section 3.4.3 du présent rapport. Les Équations 3.4.15 et 3.4.16 utilisent l'hypothèse par défaut selon laquelle seule la biomasse aérienne est brûlée ou se décompose. Les pays sont invités à utiliser des données supplémentaires pour évaluer cette hypothèse, en particulier pour la biomasse souterraine en décomposition. On peut modifier cette méthode de base pour tenir compte d'autres activités de conversion et pour répondre aux besoins dictés par les circonstances nationales. Les deux équations utilisent la quantité totale de carbone de la biomasse éliminée pendant le défrichage ($\Delta C_{conversion}$) (Équation 3.4.14), qui est équivalente à la superficie des terres converties ($S_{Conversion}$) multipliée par la variation des stocks de carbone par superficie pour ce type de conversion ($T_{Conversion}$) dans l'Équation 3.4.13.

La biomasse défrichée est quelquefois utilisée en tant que produits ligneux. Dans le cas des produits ligneux, les pays peuvent utiliser l'hypothèse par défaut selon laquelle le carbone des produits ligneux est oxydé pendant l'année du défrichage. Les pays peuvent aussi se reporter à l'Appendice 3a.1 qui décrit des techniques d'estimation

du carbone des produits ligneux récoltés, qui peuvent être comptabilisés, si le carbone du bassin de produits ligneux est en augmentation.

ÉQUATION 3.4.14
VARIATION DES STOCKS DE CARBONE A LA SUITE DU DÉFRICHAGE DE LA BIOMASSE POUR UNE CONVERSION DES TERRES

$$\Delta C_{\text{conversion}} = S_{\text{conversion}} \bullet (T_{\text{conversion}})$$

Où : $\Delta C_{\text{conversion}}$ = variation des stocks de carbone suite au défrichage de la biomasse pour une conversion des terres, tonnes C

$S_{\text{conversion}}$ = superficie des terres converties en prairies, ha

$T_{\text{conversion}}$ = variation des stocks de carbone par superficie pour ce type de conversion, tonnes C ha⁻¹ (à partir de l'Équation 3.4.13)

ÉQUATION 3.4.15
PERTES DE CARBONE DUES AU BRULAGE DE LA BIOMASSE, SUR SITE ET HORS SITE

$$P_{\text{brûlage sur site}} = \Delta C_{\text{conversion}} \bullet \rho_{\text{brûlage sur site}} \bullet \rho_{\text{oxyd}}$$

$$P_{\text{brûlage hors site}} = \Delta C_{\text{conversion}} \bullet \rho_{\text{brûlage hors site}} \bullet \rho_{\text{oxyd}}$$

Où : $P_{\text{brûlage}}$ = pertes de carbone résultant du brûlage de la biomasse, tonnes C

$\Delta C_{\text{conversion}}$ = variation des stocks de carbone suite au défrichage de la biomasse pour une conversion des terres, tonnes C

$\rho_{\text{brûlage sur site}}$ = fraction de biomasse brûlée sur site, adimensionnel

ρ_{oxyd} = fraction de biomasse oxydée pendant le brûlage, adimensionnel

$\rho_{\text{brûlage hors site}}$ = fraction de biomasse brûlée hors site, adimensionnel

ÉQUATION 3.4.16
PERTES DE CARBONE RESULTANT DE LA DECOMPOSITION DE LA BIOMASSE

$$P_{\text{décomposition}} = \Delta C_{\text{conversion}} \bullet \rho_{\text{décomposition}}$$

$$\rho_{\text{décomposition}} = 1 - (\rho_{\text{brûlage sur site}} + \rho_{\text{brûlage hors site}})$$

Où : $P_{\text{décomposition}}$ = pertes de carbone résultant de la décomposition de la biomasse, tonnes C

$\Delta C_{\text{conversion}}$ = variation des stocks de carbone suite au défrichage de la biomasse pour une conversion des terres, tonnes C

$\rho_{\text{décomposition}}$ = fraction de biomasse laissée se décomposer sur site, adimensionnel

$\rho_{\text{brûlage sur site}}$ = fraction de biomasse brûlée sur site, adimensionnel

$\rho_{\text{brûlage hors site}}$ = fraction de biomasse brûlée hors site, adimensionnel

Les *bonnes pratiques* consistent à utiliser les termes $P_{\text{brûlage sur site}}$ et $P_{\text{brûlage hors site}}$ pour estimer les émissions de gaz traces sans CO₂ résultant du brûlage, en observant les recommandations présentées à la Section 3.2.1.4

Niveau 3: La méthodologie à ce niveau est similaire à celle du Niveau 2, à l'exception des différences suivantes : à la place des taux de conversion annuels moyens, les pays peuvent utiliser des estimations directes des superficies converties annuellement, sub-divisées spatialement, pour chaque utilisation des terres initiale et finale ; les densités de carbone et les variations des stocks de carbone des sols sont basées sur des données locales spécifiques, qui permettent d'étudier l'interaction entre la biomasse et les sols ; les volumes de biomasse sont basés sur des inventaires.

3.4.2.1.1.2 Choix des facteurs d'émissions/d'absorptions

Niveau 1 : La première étape de cette méthodologie utilise des paramètres pour les stocks de carbone avant la conversion pour chaque utilisation des terres initiale (C_{Avant}) et après conversion ($C_{\text{Après}}$). On suppose que toute la biomasse est défrichée lors de la préparation d'un site en vue d'une conversion en prairies ; par conséquent, la valeur par défaut de $C_{\text{Après}}$ est de 0 tonnes C ha⁻¹. Le Tableau 3.4.8 contient des valeurs par défaut des stocks de carbone pour C_{Avant} pour les terres avant le défrichage. Le Tableau 3.4.9 contient des valeurs par défaut pour les stocks de carbone des prairies après conversion ($\Delta C_{\text{Croissance}}$). Ces valeurs sont basées sur les valeurs par défaut des stocks de biomasse aérienne (Tableau 3.4.2) et les rapports système racinaire/système foliacé (Tableau 3.4.3), figurant à la Section 3.4.1.1.1.2 dans la catégorie Prairies restant prairies, et s'appliquent uniquement à la biomasse herbacée (non ligneuse).

Catégorie d'utilisation des terres	Stocks de carbone de la biomasse avant conversion (C_{Avant}) (tonnes C ha ⁻¹)	Plage d'erreur ¹
Terres forestières	Voir le Tableau 3A.1.2 pour les stocks de carbone pour divers types de forêts, par régions climatiques. Les stocks sont exprimés en termes de matière sèche. <i>Multiplier les valeurs par une fraction de carbone (FC) 0,5 pour convertir la matière sèche en carbone.</i>	
Terres cultivées : Cultures ligneuses vivaces	Voir le Tableau 3.3.2 pour les stocks de carbone pour divers types de régions climatiques, pour des terres de cultures ligneuses vivaces génériques. Utiliser le terme pour les stocks de carbone de biomasse aérienne à la récolte. Les valeurs sont exprimées en unités de tonnes C ha ⁻¹ .	± 75%
Terres cultivées : Cultures annuelles	Utiliser la valeur par défaut de 5 tonnes de carbone ha ⁻¹ (ou 10 tonnes de matière sèche ha ⁻¹) des <i>Lignes directrices du GIEC</i>	± 75%

¹ Représente une estimation d'erreur nominale, équivalente à deux fois l'écart type, en tant que pourcentage de la moyenne.

Niveau 2: Les méthodes de Niveau 2 devront inclure des estimations spécifiques au pays pour les stocks de la biomasse et les pertes dues à la conversion des terres, ainsi que des estimations des pertes sur site et hors site dues au brûlage et à la décomposition après conversion en prairies. Ces améliorations peuvent être des études systématiques de la teneur en carbone et des émissions et absorptions associées aux utilisations des terres et conversions dans le pays, et un nouvel examen des hypothèses par défaut dans le contexte national spécifique.

Des paramètres par défaut pour les émissions dues au brûlage et à la décomposition sont fournis, mais les pays sont invités à établir des coefficients spécifiques pour améliorer l'exactitude de leurs estimations. Les *Lignes directrices du GIEC* utilisent une valeur générale par défaut de 0,5 pour la fraction de biomasse brûlée sur site pour les conversions de forêts. Des études montrent l'extrême variabilité de cette fraction de biomasse, qui peut descendre jusqu'à 0,2 (Fearnside, 2000 ; Barbosa et Fearnside, 1996 ; et Fearnside, 1990). Le Tableau 3A.1.12 contient des valeurs par défaut, mises à jour, de la biomasse brûlée sur site, pour des catégories de végétation forestière. On utilisera ces valeurs par défaut pour les conversions de forêts en prairies. Pour les utilisations initiales autre que les forêts, la valeur par défaut de la fraction de biomasse laissée et brûlée sur site est de 0,35. Cette valeur reflète des études scientifiques, selon lesquelles la fraction devrait se situer entre 0,2 et 0,5 (Fearnside, 2000 ; Barbosa et Fearnside, 1996 ; et Fearnside, 1990). Conformément aux *bonnes pratiques*, les pays devront utiliser 0,35, ou une autre valeur dans cette plage, à condition de documenter la raison de leur choix. Il n'y a pas de valeur par défaut pour la fraction de biomasse transférée et brûlée hors site ; les pays devront calculer cette fraction à l'aide de données nationales. Dans l'Équation 3.4.15, la valeur par défaut de la fraction de biomasse oxydée après brûlage est de 0,9, qui correspond à la valeur indiquée dans les *Lignes directrices du GIEC*.

La méthodologie pour l'estimation des émissions dues à la décomposition suppose la décomposition de la totalité de la biomasse sur une période de dix ans. Lors de la préparation d'inventaires, les pays ont deux possibilités : notifier toutes les émissions dues à la décomposition pour une année, en reconnaissant qu'en réalité les émissions se produisent sur 10 ans, ou notifier toutes les émissions dues à la décomposition sur une base annuelle, en estimant le taux comme étant un dixième du total de l'Équation 3.4.16. Dans le second cas, ils devront ajouter un facteur de multiplication de 0,10 à l'Équation 3.4.16.

Niveau 3 : Au Niveau 3, tous les paramètres devront être définis par pays, avec utilisation de valeurs exactes et non pas de valeurs par défaut.

Zone climatique du GIEC	Biomasse totale (aérienne et souterraine) non ligneuse (tonnes m.s. ha ⁻¹)	Erreur ¹
Boréale – sèche et pluvieuse ²	8,5	± 75%
Froide tempérée – sèche	6,5	± 75%
Froide tempérée – pluvieuse	13,6	± 75%
Chaude tempérée – sèche	6,1	± 75%
Chaude tempérée – pluvieuse	13,5	± 75%
Tropicale – sèche	8,7	± 75%
Tropicale – humide & pluvieuse	16,1	± 75%

¹ Représente une estimation d'erreur nominale, équivalente à deux fois l'écart type, en tant que pourcentage de la moyenne.
² En raison du peu de données, les zones sèches et humides pour le régime climatique boréal et les zones humides et pluvieuses pour le régime climatique tropical ont été combinées.

3.4.2.1.1.3 Choix des données d'activités

Des estimations des superficies converties en prairies sont nécessaires à tous les niveaux. On devra utiliser les mêmes estimations de superficies pour les calculs de la biomasse et les estimations des sols décrites à la Section 3.4.2.2. Au besoin, on peut grouper les données de superficies utilisées pour les analyses des sols pour obtenir l'échelle spatiale requise pour des estimations d'ordre inférieur de la biomasse, mais aux niveaux supérieurs, la stratification devra refléter les grands types de sols. Les données de superficies devront être obtenues par les méthodes décrites au Chapitre 2. Par souci de conformité avec les *Lignes directrices du GIEC*, à tous les niveaux, on devra, au minimum, identifier séparément la superficie des forêts converties. En effet, les forêts ont en général une densité de carbone plus élevée avant la conversion. On devra avoir, au minimum, une connaissance partielle de la matrice des changements d'affectation des terres, et, si on utilise les méthodologies de Niveaux 1 et 2 du Chapitre 2, des relevés supplémentaires pourront être nécessaires pour identifier la superficie des forêts converties en prairies. Comme indiqué au Chapitre 2, lors de l'utilisation de relevés, on obtient souvent des résultats plus exacts en déterminant directement les superficies converties plutôt qu'en estimant ces superficies à partir des différences entre les différentes affectations des terres pour la superficie totale.

Niveau 1: Ce niveau requiert un type de données d'activités, à savoir des estimations séparées des superficies de terres converties en prairies, depuis l'utilisation initiale (terres forestières, terres cultivées, établissements, etc.) jusqu'à l'utilisation finale : prairies ($S_{\text{conversion}}$). La méthodologie suppose que les estimations des superficies sont basées sur une échelle temporelle d'un an. Si les estimations sont évaluées sur des échelles temporelles plus longues, elles devront être converties en superficies annuelles moyennes pour correspondre aux valeurs des stocks de carbone par défaut fournies. Les pays qui n'ont pas accès à ces données peuvent extrapoler des échantillons partiels à la base terrestre complète ou extrapoler des estimations historiques de conversions dans le temps, après consultation d'experts nationaux. Au minimum, les pays peuvent utiliser des données sur les taux de déboisement moyens et les conversions des terres en prairies provenant de sources internationales, dont la FAO. Des méthodes de Niveau 1 peuvent utiliser des taux de conversion annuels moyens et des superficies estimées au lieu d'estimations directes.

Niveau 2 : Les pays devront s'efforcer d'utiliser des estimations de superficies réelles pour toutes les conversions possibles entre les utilisations des terres initiales et le type de prairies final. Une couverture complète des superficies terrestres peut être obtenue par l'analyse d'images sur l'utilisation des terres et les types de couverture terrestre, télédéteçtées périodiquement, par échantillonnage sur le terrain périodique des types d'utilisation des terres, ou par des systèmes d'inventaires hybrides.

Niveau 3 : Les données d'activités pour les calculs à ce niveau devront refléter complètement toutes les conversions en prairies et devront être sub-divisées pour expliquer des contextes différents au sein d'un pays. Cette sub-division peut être politique (région, province, etc.), liée au biome, au climat ou à une combinaison de ces paramètres. Bien souvent, les pays disposent d'informations sur les tendances sur plusieurs années en ce qui concerne la conversion des terres (provenant d'inventaires d'utilisation des terres et de la couverture terrestre établis à partir d'échantillons périodiques ou de données télédéteçtées).

3.4.2.1.1.4 Évaluation de l'incertitude

Niveau 1: Les sources d'incertitude à ce niveau méthodologique sont liées à l'utilisation de taux de conversion moyens globaux ou nationaux et d'estimations grossières des superficies converties en prairies. Par ailleurs, l'emploi de paramètres par défaut pour les stocks de carbone au début et à la fin de la période étudiée est un facteur

contribuant à l'incertitude relativement élevée des estimations. Les valeurs par défaut utilisées ont des plages d'erreur correspondantes associées, qui sont indiquées sur les tableaux de données par défaut.

Niveau 2 : L'utilisation d'estimations de surfaces réelles plutôt que de taux moyens de conversion améliorera l'exactitude des estimations. Par ailleurs, le suivi de chaque superficie terrestre pour toutes les conversions de terres possibles permettra une comptabilisation plus transparente et la possibilité pour les experts d'identifier l'omission et le double comptage des superficies. Enfin, la méthodologie de Niveau 2 utilise un certain nombre de valeurs spécifiques au pays, qui amélioreront l'exactitude des estimations, car elles sont plus représentatives des conditions propres au pays. On peut calculer des fonctions de densité de probabilité (qui donnent des estimations de la moyenne et de la variance) pour tous les paramètres définis par le pays. Ces données peuvent être utilisées pour des analyses évoluées de l'incertitude, telles que des analyses Monte Carlo. Se reporter au Chapitre 5 (Section 5.2) du présent rapport pour des recommandations sur l'estimation des incertitudes à partir d'échantillons. Au minimum, les méthodes de Niveau 2 devront fournir des plages d'erreur sous forme de pourcentages d'écart types pour chaque paramètre défini par le pays.

Niveau 3 : Les données d'activités d'un système d'inventaires sur l'utilisation et la gestion des terres permettront d'affecter des estimations d'incertitude aux superficies associées aux changements d'affectation des terres, par le biais de l'utilisation de diverses méthodes, y compris des analyses Monte Carlo.

3.4.2.2 VARIATION DES STOCKS DE CARBONE DES SOLS

3.4.2.2.1 QUESTIONS METHODOLOGIQUES

La conversion de terres en prairies peut se produire à partir de terres non exploitées, y compris des écosystèmes naturels, relativement non perturbés (terres forestières, zones humides, etc.) et de terres cultivées à gestion intensive. Lors de la conversion de terres forestières, la perturbation associée au défrichage entraînera, le plus souvent, des pertes de C de la matière organique morte (litière superficielle et débris ligneux grossiers). On supposera une oxydation des bassins de la litière et du bois mort (estimés à l'aide des méthodes décrites à la Section 3.2.2.2), suite à la conversion des terres ; la variation des stocks de carbone des matières organiques des sols devra être estimée comme décrit ci-après.

La variation totale des stocks de carbone des sols des terres converties en prairies est calculée à l'aide de l'Équation 3.4.17 ci-dessous :

<p>ÉQUATION 3.4.17</p> <p>VARIATION ANNUELLE DES STOCKS DE CARBONE DES SOLS DES TERRES CONVERTIES EN PRAIRIES (TP)</p> $\Delta C_{TP_{Sols}} = \Delta C_{TP_{Minéraux}} - \Delta C_{TP_{Organiques}} - \Delta C_{TP_{Chaulage}}$

Où : $\Delta C_{TP_{Sols}}$ = variation annuelle des stocks de carbone des sols des terres converties en prairies, tonnes C an⁻¹

$\Delta C_{TP_{Minéraux}}$ = variation des stocks de carbone des sols minéraux des terres converties en prairies, tonnes C an⁻¹

$\Delta C_{TP_{Organiques}}$ = émissions annuelles de carbone par les sols organiques des terres converties en prairies (estimées en tant que flux annuel net), tonnes C an⁻¹

$\Delta C_{TP_{Chaulage}}$ = émissions annuelles de carbone résultant de l'application de chaux agricole sur les terres converties en prairies, tonnes C an⁻¹

Les critères relatifs au choix de la méthode d'estimation appropriée dépendent du type et de la durée de la conversion, de la disponibilité de données spécifiques au pays appropriées pour l'estimation des stocks de carbone des sols de référence, de la variation des stocks et des facteurs d'émissions. Tous les pays devront s'efforcer d'améliorer les méthodes d'inventaire et de notification en recherchant le niveau le plus élevé compte tenu des circonstances nationales. Les *bonnes pratiques* consistent à utiliser une méthodologie de Niveau 2 ou 3 si les émissions et absorptions de carbone des terres converties en prairies représentent une catégorie clé et si les matières organiques des sols sont considérées comme une sous-catégorie significative conformément aux critères présentés au Chapitre 5. Les pays devront utiliser le diagramme décisionnel à la Figure 3.1.2 qui facilitera le choix de la méthode.

3.4.2.2.1.1 Choix de la méthode

Sols minéraux

Niveau 1 : La méthode de Niveau 1 est fondamentalement la même que celle utilisée pour les Prairies restant prairies (Équation 3.4.8 à la Section 3.4.1.2.1.1), si ce n'est que les stocks de carbone avant la conversion dépendent de paramètres pour d'autres utilisations des terres. Les méthodes de Niveau 1 utilisent uniquement des valeurs par défaut pour les stocks de carbone de référence et les facteurs de variation des stocks, et des données relativement groupées sur la localisation et les taux de conversion des terres.

Au Niveau 1, les stocks initiaux (pré-conversion) de carbone des sols ($COS_{(0-T)}$) sont calculés à partir des mêmes stocks de carbone des sols de référence (COS_{REF}) utilisés pour toutes les utilisations des terres (Tableau 3.4.4), ainsi

que des facteurs de variation des stocks (F_{UT} , F_{RG} , F_A) appropriés pour l'utilisation antérieure des terres, et pour l'utilisation des prairies. Pour les terres non exploitées, ainsi que pour les forêts gérées, on suppose que les stocks de carbone correspondent aux valeurs de référence (en d'autres termes, que les facteurs d'utilisation des terres, gestion et apports ont une valeur de 1). On estime les stocks de carbone des sols actuels (COS_0) des terres converties en prairies exactement de la même façon que pour les prairies permanentes, c'est-à-dire en utilisant les stocks de carbone de référence (Tableau 3.4.4) et des facteurs de variation des stocks (Tableau 3.4.5). Les taux annuels d'émissions (source) ou d'absorptions (puits) sont le produit de la différence des stocks (dans le temps) divisée par la période d'inventaire (valeur par défaut : vingt ans).

Les calculs de COS_0 et $COS_{(0-T)}$ et de la variation nette des stocks de carbone des sols par ha de superficie terrestre s'effectuent comme suit :

Étape 1 : Sélectionner la valeur des stocks de carbone de référence (COS_{REF}), en fonction du type de climat et de sol, pour chaque superficie inventoriée.

Étape 2 : Calculer les stocks de carbone avant conversion ($COS_{(0-T)}$) des terres converties en prairies, à partir des stocks de carbone de référence et de l'utilisation et gestion antérieures des terres, qui déterminent les facteurs d'utilisation des terres (F_{UT}), gestion (F_{RG}) et apports (F_A). On notera que lorsque les terres converties étaient des terres forestières, les stocks avant conversion sont les mêmes que les stocks de carbone de référence des sols naturels.

Étape 3 : Calculer COS_0 en répétant l'étape 2 en utilisant les mêmes stocks de carbone de référence (COS_{REF}), mais avec des facteurs de gestion et des apports représentatifs des conditions sur les terres converties en prairies.

Étape 4 : Calculer la variation annuelle moyenne des stocks de carbone des sols pour la superficie pour la période d'inventaire ($\Delta C_{TP_{Minéraux}}$).

Exemple 1 : Pour une forêt sur un sol volcanique dans un environnement tropical humide : $COS_{REF} = 70$ tonnes C ha⁻¹. Pour tous les sols forestiers les valeurs par défaut pour les facteurs de variation des stocks (F_{UT} , F_{RG} , F_A) sont toutes égales à 1 ; donc $COS_{(0-T)}$ est 70 tonnes C ha⁻¹. Si les terres sont converties en prairies, avec dégradation/surpâturage moyen, dans ce cas $COS_0 = 70$ tonnes C ha⁻¹ • 1 • 0,97 • 1 = 67,9 tonnes C ha⁻¹. Par conséquent, la variation annuelle moyenne des stocks de carbone des sols pour la superficie pendant la période d'inventaire est : (67,9 tonnes C ha⁻¹ – 70 tonnes C ha⁻¹) / 20 ans = -0,01 tonnes C ha⁻¹ an⁻¹.

Exemple 2 : Pour un sol volcanique dans un environnement tropical humide, longtemps utilisé comme terres de cultures annuelles, avec travail du sol intensif et où les résidus des récoltes ne sont pas laissés sur place, les stocks de carbone au début de la période d'inventaire $COS_{(0-T)}$ sont : 70 tonnes C ha⁻¹ • 0,58 • 1 • 0,91 = 36,9 tonnes C ha⁻¹. Suite à la conversion en pâturages améliorés (fertilisés, par exemple), les stocks de carbone (COS_0) sont : 70 tonnes C ha⁻¹ • 1 • 1,17 • 1 = 81,9 tonnes C ha⁻¹. Par conséquent, la variation annuelle moyenne des stocks de carbone des sols pour la superficie pendant la période d'inventaire est : (81,9 tonnes C ha⁻¹ – 36,9 tonnes C ha⁻¹) / 20 ans = 2,25 tonnes C ha⁻¹ an⁻¹.

Niveau 2 : La méthode de Niveau 2 pour les sols minéraux utilise aussi l'Équation 3.4.8, mais avec des facteurs de stocks de carbone spécifiques au pays ou à la région et/ou des facteurs de variation des stocks et des données d'activités sur l'utilisation des terres plus sub-divisées.

Sols organiques

Aux Niveaux 1 et 2, les sols organiques convertis en prairies pendant la période d'inventaire sont traités comme les sols organiques des prairies à long terme, à savoir qu'on applique un facteur d'émissions constant, basé sur le régime climatique (voir Équation 3.4.10 et Tableau 3.4.6). Au Niveau 2, des facteurs d'émissions sont obtenus à partir de données nationales ou régionales.

Sols minéraux et organiques

Pour les sols minéraux et organiques, les méthodes de Niveau 3 feront appel à des modèles plus détaillés et spécifiques au pays et/ou des méthodes fondées sur des mesures, ainsi que des données très sub-divisées sur l'utilisation et la gestion des terres. A ce niveau, les méthodes d'estimation de la variation des stocks de carbone des sols résultant des conversions en prairies devront employer des modèles et des ensembles de données capables de représenter des transitions dans le temps entre des utilisations des terres et des types de végétation différents, y compris forêts, savanes, prairies, et terres cultivées. Ces méthodes doivent être intégrées aux estimations sur le défrichage de la biomasse et le traitement post-défrichage des résidus végétaux (y compris les débris ligneux et la litière), étant donné que les variations du défrichage et du traitement des résidus (brûlage, préparation du site, etc.) influenceront sur l'absorption de carbone par les matières organiques des sols et les pertes de carbone dues à la décomposition et à la combustion. Les modèles doivent impérativement être validés par des observations indépendantes à partir de sites sur le terrain spécifiques au pays ou à la région et représentatifs des interactions entre le climat, les sols, la végétation et la variation des stocks de carbone des sols après conversion.

Chaulage

Dans le cas d'application de chaux agricole aux terres converties en prairies, les méthodes d'estimation des émissions de CO₂ résultant du chaulage sont les mêmes que celles décrites pour les Prairies restant prairies, à la Section 3.4.1.2.1.1.

3.4.2.2.1.2 Choix des facteurs d'émissions/d'absorptions

Sols minéraux

Les variables suivantes sont nécessaires pour la mise en oeuvre d'une méthodologie de Niveau 1 ou 2 :

Stocks de carbone de référence (COS_{REF})

Niveau 1 : Au Niveau 1, les *bonnes pratiques* consistent à utiliser les valeurs par défaut des stocks de carbone de référence (COS_{REF}) figurant au Tableau 3.4.4. Ces valeurs sont plus à jour que les valeurs indiquées dans les *Lignes directrices du GIEC* et ont été améliorées comme suit : i) les estimations ont été obtenues statistiquement à partir de récentes compilations des profils des sols à végétation naturelle, ii) les sols « spodiques » (dits podzols de zone boréale et tempérée dans la nomenclature de la Base de référence mondiale pour les ressources en sols (WRB), et spodosols dans la nomenclature de l'USDA) sont inclus dans une catégorie séparée, iii) les sols de la zone climatique boréale ont été inclus.

Niveau 2 : Au Niveau 2, on peut calculer les stocks de carbone des sols de référence à partir de mesures au sol, par exemple, dans le cadre de relevés des sols et de cartographie nationaux. Il est important d'utiliser des descriptions taxonomiques fiables des sols mesurés afin de grouper les sols dans les catégories définies au Tableau 3.4.4, ou de toujours bien documenter les définitions des groupes de la classification des sols dans le cas d'une sub-division plus poussée des stocks de carbone des sols de référence. L'utilisation de données spécifiques au pays pour les estimations des stocks de carbone de référence offre plusieurs avantages, notamment des valeurs plus exactes et plus représentatives pour un pays individuel et la capacité de mieux estimer les fonctions de distribution de probabilité qui peuvent être utilisées dans une analyse de l'incertitude officielle.

Facteurs de variation des stocks (F_{UT}, F_{RG}, F_A)

Niveau 1 : Au Niveau 1, les *bonnes pratiques* consistent à utiliser les facteurs de variation des stocks par défaut (F_{UT}, F_{RG}, F_A) figurant au Tableau 3.4.10. Ces facteurs ont été mis à jour par rapport à ceux des *Lignes directrices du GIEC*, après analyse statistique des publications scientifiques. Les définitions guidant le choix des valeurs des facteurs appropriés sont présentées dans le tableau. Des facteurs de variation des stocks sont utilisés pour l'estimation des stocks après conversion (COS₀) et avant conversion (COS_(0-T)) ; les valeurs varieront en fonction des conditions d'utilisation et de la gestion des terres avant et après conversion. On notera que lorsque des forêts ont été converties en prairies, tous les facteurs de variation des stocks ont une valeur égale à un, de sorte que les stocks de carbone avant conversion sont égaux aux valeurs de référence de la végétation naturelle (COS_{REF}).

Type de valeur de facteur	Niveau	Valeur par défaut des Lignes directrices du GIEC
Utilisation des terres, gestion et apports	Prairies gérées	Voir valeurs par défaut au Tableau 3.4.5
Utilisation des terres, gestion et apports	Terres cultivées	Voir valeurs par défaut au Tableau 3.3.4
Utilisation des terres, gestion et apports	Terres forestières	Valeurs par défaut pour F _{UT} , F _{RG} , F _A = 1

Niveau 2 : Avec la méthodologie de Niveau 2, en général, l'estimation des facteurs de variation des stocks de carbone spécifiques au pays pour les terres converties en prairies sera basée sur des comparaisons de parcelles appariées représentant des terres converties et non converties, où tous les facteurs autres que l'historique de l'utilisation des terres sont les plus similaires possible (Davidson et Ackermann, 1993, par exemple). Idéalement, on détermine plusieurs emplacements d'échantillonnage représentant une utilisation des terres donnée à des dates différentes depuis la conversion, pour obtenir une chronoséquence (Neill *et al.*, 1997, par exemple). Étant donné le petit nombre d'expériences à long terme reproduites pour les conversions de terres, les facteurs de variation des stocks et les facteurs d'émissions pour les conversions de terres auront une incertitude relativement élevée. Lors de l'évaluation d'études existantes ou de la mise en oeuvre de nouvelles mesures, les parcelles comparées doivent avoir un historique et une gestion avant la conversion similaires, des positions topographiques et des propriétés physiques des sols similaires, et doivent être proches les unes des autres. Comme pour les prairies permanentes, les données nécessaires incluent les stocks de carbone (masse par superficie unitaire à une profondeur spécifiée) pour chaque utilisation des terres (et des points temporels pour une chronoséquence). Comme décrit précédemment dans la section Prairies restant prairies, en l'absence de données spécifiques permettant de choisir une autre profondeur, conformément aux *bonnes pratiques*, on comparera les facteurs de variation des stocks à une profondeur minimum

de 30 cm (profondeur utilisée pour les calculs de Niveau 1). Il peut être utile d'estimer les variations à une profondeur supérieure si on dispose d'un nombre suffisant d'études et si on peut mettre en évidence des différences des stocks statistiquement significatives résultant de la gestion des terres. Il est très important, toutefois, d'utiliser la même profondeur pour l'estimation des stocks de carbone de référence ($\text{COS}_{\text{Réf}}$) et des facteurs de variation des stocks (F_{UT} , F_{RG} , F_{A}).

Sols organiques

Aux Niveaux 1 et 2, le choix des facteurs d'émissions de carbone par les sols organiques récemment convertis en prairies gérées suivra les mêmes procédures que celles décrites précédemment à la section Prairies restant prairies.

3.4.2.2.1.3 Choix des données d'activités

Des estimations des superficies converties en prairies sont nécessaires à tous les niveaux. On devra utiliser les mêmes estimations de superficies pour les calculs de la biomasse et des sols des terres converties en prairies. Des données de superficies plus spécifiques sont requises pour les niveaux méthodologiques supérieurs. Par souci de conformité avec les *Lignes directrices du GIEC*, à tous les niveaux, on devra, au minimum, identifier séparément la superficie des terres converties en prairies. On devra pour cela disposer d'informations sur les utilisations des terres avant la conversion ; des jugements d'experts pourront être nécessaires si on utilise la Méthodologie 1 du Chapitre 2 pour l'identification des superficies.

Niveau 1 : Ce niveau requiert un type de données d'activités, à savoir des estimations séparées des superficies des terres converties en prairies, depuis l'utilisation initiale (terres forestières, terres cultivées, etc.), par région climatique. On doit estimer la distribution des terres converties par type de sol (c'est-à-dire pour une région climatique), par des méthodes spatialement explicites (recouvrement de cartes de conversions de terres et de cartes de sols) ou par des informations fournies par des experts nationaux sur la distribution des principaux types de sols des superficies converties. Le calcul de la superficie des terres converties en prairies doit être en conformité avec la période (T dans l'Équation 3.4.8) utilisée dans les calculs des variations des stocks. Les pays qui n'ont pas accès à ces données peuvent extrapoler des échantillons partiels à la base terrestre complète ou extrapoler des estimations historiques de conversions dans le temps, après consultation d'experts nationaux. Au Niveau 1, on peut utiliser des statistiques internationales telles que celles de la FAO, des *Lignes directrices du GIEC* et d'autres sources, avec des hypothèses valables, pour estimer la superficie des terres converties en prairies, pour chaque utilisation des terres initiale. Les calculs aux niveaux supérieurs utilisent des sources de données spécifiques au pays pour estimer toutes les conversions en prairies.

Niveau 2 : Les pays devront s'efforcer d'utiliser des estimations de superficies réelles pour toutes les conversions possibles entre les utilisations des terres initiales et les prairies finales, classées par régime de gestion. Une couverture complète des superficies terrestres peut être obtenue par l'analyse d'images sur l'utilisation des terres et les types de couverture terrestre, télédéteectées périodiquement, par échantillonnage sur le terrain périodique des types d'utilisation des terres, ou par des systèmes d'inventaires hybrides. Les pays disposant de données spécifiques au pays, à résolution plus fine, partielles, sont invités à extrapoler ces données à la totalité de la base terrestre, à l'aide d'hypothèses fondées sur l'état actuel des connaissances. Des estimations historiques des conversions peuvent être extrapolées temporellement, après consultation d'experts nationaux.

Niveau 3 : Les données d'activités pour les calculs à ce niveau devront refléter complètement toutes les conversions en prairies et devront être sub-divisées pour expliquer des contextes différents au sein d'un pays. Cette sub-division peut être politique (région, province, etc.), liée au biome, au climat ou à une combinaison de ces paramètres. Bien souvent, les pays disposent d'informations sur les tendances sur plusieurs années en ce qui concerne la conversion des terres (provenant d'inventaires d'utilisation des terres et de la couverture terrestre établis à partir d'échantillons périodiques ou de données télédéteectées).

3.4.2.2.1.4 Évaluation de l'incertitude

Niveau 1 : Les sources d'incertitude à ce niveau méthodologique sont liées à l'utilisation de taux de conversion moyens globaux ou nationaux et d'estimations grossières des superficies converties en prairies. Par ailleurs, l'emploi de paramètres par défaut pour les stocks de carbone au début et à la fin de la période étudiée est un facteur contribuant à l'incertitude relativement élevée des estimations. Les valeurs par défaut utilisées ont des plages d'erreur correspondantes associées.

Niveau 2 : Des estimations de superficies réelles pour différentes conversions permettront une comptabilisation plus transparente et la possibilité pour les experts d'identifier l'omission et le double comptage des superficies. La méthodologie de Niveau 2 utilise un certain nombre de valeurs spécifiques au pays, qui amélioreront l'exactitude des estimations, car elles sont plus représentatives des conditions propres au pays. L'utilisation de valeurs spécifiques au pays devrait faire appel à des tailles d'échantillons suffisantes ou à l'opinion d'experts pour l'estimation des incertitudes, lesquelles, avec les estimations des incertitudes des données d'activités obtenues conformément aux recommandations du Chapitre 2, devront être utilisées pour l'analyse de l'incertitude décrite au Chapitre 5 du présent rapport.

Niveau 3 : Les données d'activités d'un système d'inventaires sur l'utilisation et la gestion des terres permettront d'affecter des estimations d'incertitude aux superficies associées aux changements d'affectation des terres. On peut combiner des données sur les émissions et sur les activités et leur incertitude associée à l'aide d'analyses Monte Carlo pour estimer les moyennes et les intervalles de confiance pour l'ensemble de l'inventaire.

3.4.2.3 ÉMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE SANS CO₂

Comme pour toutes les prairies, les émissions de CH₄ et de N₂O associées aux prairies ayant fait récemment l'objet d'un changement d'affectation des terres sont souvent :

- Des émissions dues aux feux de végétation ;
- Des émissions de N₂O imputables à la minéralisation des matières organiques des sols ;
- Des émissions de N₂O résultant de l'utilisation d'engrais ;
- Une augmentation des émissions de N₂O et une diminution des émissions de CH₄ résultant du drainage des sols organiques ; et
- Une diminution des puits de CH₄ des sols aérobies résultant de l'utilisation d'engrais.

Les émissions de méthane imputables au bétail des pâturages (fermentation entérique) et l'oxyde d'azote imputables à l'utilisation d'engrais et aux déchets animaux devront être calculées et notifiées à l'aide des méthodes décrites au Chapitre 4, Agriculture, des *Lignes directrices du GIEC* et des sections correspondantes (Section 4.2 et 4.7) de *GPG2000*.

Les émissions dues aux feux devront être calculées à l'aide des méthodes décrites à la Section 3.2.1.4, en tenant compte, si les données le permettent, du fait que la charge en combustible sera souvent plus élevée pendant la période de conversion si les terres converties étaient des terres forestières.

La conversion des terres peut entraîner une minéralisation de l'azote des matières organiques des sols qui peut augmenter les émissions de N₂O. Cependant, en fonction de l'utilisation initiale des terres, et du type de climat et de sols, une conversion de terres en prairies peut aussi augmenter les matières organiques des sols (Guo et Gifford, 2002).

En général, la fertilisation des prairies réduira l'absorption de méthane par les sols, et dans le cas de zones humides drainées, les émissions d'oxyde d'azote peuvent augmenter ; les pays présentant leurs estimations d'émissions agricoles au Niveau 3 peuvent souhaiter tenir compte de ces effets comme décrit à la Section 3.4.1.3. La conversion en prairies peut avoir d'autres effets susceptibles d'influer sur les émissions sans CO₂, par exemple la perturbation des sols due au labourage, ou le tassement résultant de l'emploi d'équipements mécaniques pour le défrichage, mais les effets ne seront probablement pas importants, et il n'y a pas de méthode par défaut pour les estimer. Les variations des taux d'absorption de CH₄ atmosphérique par les couches supérieures aérées des sols suite à la conversion ne sont pas examinées ici, bien qu'un examen plus complet de l'effet des activités sur l'oxydation du méthane puisse être possible à l'avenir.

3.4.3 Exhaustivité

Une série de données complète pour les estimations des superficies terrestres contient, au minimum, la superficie des terres dans les limites territoriales nationales qui sont considérées comme des prairies pendant la période couverte par les relevés d'utilisation des terres ou par d'autres sources de données, et pour lesquelles les émissions et absorptions de gaz à effet de serre sont estimées dans le secteur UTCATF. La superficie totale couverte par la méthodologie d'inventaire des prairies est la somme des prairies restant prairies et des terres converties en prairies pendant cette période. Cette méthodologie peut ne pas inclure certaines prairies pour lesquelles on estime que les émissions et absorptions de gaz à effet de serre sont insignifiantes ou constantes dans le temps, telle que des prairies naturelles avec pâturage moyen et sans apports de gestion significatifs. Par conséquent, la superficie totale des prairies couvertes par les estimations peut être inférieure à la superficie totale des prairies dans les limites territoriales nationales. Dans ce cas, les *bonnes pratiques* consistent à documenter et expliquer la différence entre les superficies dans l'inventaire et les prairies totales dans les limites territoriales. Les pays sont invités à examiner dans le temps la superficie totale des prairies dans les limites territoriales, en documentant clairement les parties utilisées pour les estimations d'émissions et d'absorptions de dioxyde de carbone. Comme indiqué au Chapitre 2, toutes les prairies, y compris celles non couvertes par l'inventaire, devront être incluses dans les vérifications de la cohérence pour prévenir le risque de double comptage ou d'omission. Une fois ajoutées aux estimations des superficies pour les autres utilisations de terres, les données sur les superficies des prairies permettront l'évaluation complète de la base terrestre présentée dans le rapport d'inventaire (secteur UTCATF) du pays.

Les pays qui utilisent des méthodes de Niveaux 2 ou 3 pour les bassins de la biomasse et des sols des prairies devront présenter des séries de données sur les superficies des prairies plus détaillées dans leurs inventaires. Ils pourront, par exemple, sub-diviser la superficie des prairies par grands types de climat et de sols, et ceci pour les prairies inventoriées et non inventoriées. Lorsque l'inventaire inclut des superficies sub-divisées, les *bonnes pratiques* consistent à utiliser les mêmes classifications de superficies pour les bassins de la biomasse et des sols.

Ceci assure la cohérence et la transparence, permet l'utilisation efficace des relevés des sols et autres outils de collecte de données, et l'établissement de liens explicites entre les émissions et absorptions de dioxyde de carbone et les bassins de la biomasse et des sols.

3.4.4 Établissement de séries temporelles cohérentes

Pour établir des séries temporelles cohérentes, conformément aux *bonnes pratiques*, les pays devront conserver des données sur les superficies des prairies utilisées dans les rapports d'inventaire dans le temps. Ces données devront suivre la superficie totale des prairies incluse dans l'inventaire, sub-divisée en prairies restant prairies et terres converties en prairies. Les pays sont invités à inclure une estimation de la superficie totale des prairies dans les limites territoriales. Pour assurer la cohérence temporelle des estimations des superficies, les utilisations des terres devront être clairement définies et rester constantes. Si ces définitions sont modifiées, conformément aux *bonnes pratiques*, on documentera clairement ces modifications. On veillera également à la cohérence des définitions pour chaque type de prairies et de systèmes de gestion inclus dans l'inventaire. De plus, l'utilisation de données historiques sur les conversions de terres pourra faciliter l'estimation correcte des émissions et absorptions de carbone pour plusieurs périodes. Même si un pays ne peut pas utiliser de données historiques pour ses inventaires actuels, l'amélioration des pratiques d'inventaires pour permettre de retracer des conversions dans le temps sera utile pour les futurs inventaires.

Des définitions communes des types d'activités, climat et sols pour la période de l'inventaire sont nécessaires pour assurer la cohérence des estimations et notifications, et on devra peut-être s'employer à associer les définitions utilisées par les organismes nationaux chargés de la collecte de données, comme indiqué au Chapitre 2.

3.4.5 Notification et documentation

Les catégories décrites à la Section 3.4 peuvent être notifiées à l'aide des tableaux de notification de l'Appendice 3A.2. Les estimations dans la catégorie prairies peuvent être comparées aux catégories de notification des *Lignes directrices du GIEC* comme suit :

- Émissions et absorptions de dioxyde de carbone de la biomasse des prairies restant prairies avec la catégorie de notification 5A du GIEC, Évolution de la biomasse ligneuse ;
- Émissions et absorptions de dioxyde de carbone des sols des prairies restant prairies avec la catégorie de notification 5D du GIEC, Variations du carbone des sols ; et
- Émissions et absorptions de dioxyde de carbone résultant des conversions des terres en prairies avec la catégorie de notification 5B du GIEC pour la biomasse, la catégorie de notification 5D du GIEC pour les sols, et la catégorie de notification 5E du GIEC pour les gaz sans CO₂.

Conformément aux *bonnes pratiques*, on conservera et archivera toutes les données utilisées pour le calcul des estimations des inventaires nationaux. Les sources de méta-données et données utilisées pour l'estimation des facteurs spécifiques au pays devront être documentées, avec indication des estimations de moyenne et de variances. Les bases de données et procédures utilisées pour le traitement des données (programmes statistiques, etc.) pour l'estimation de facteurs spécifiques au pays devront être archivées. Les données d'activités et les définitions utilisées pour leur sub-division ou groupement devront être documentées et archivées. Les procédures utilisées pour classer les données d'activités par types de climat et de sols (pour les Niveaux 1 et 2) devront être clairement documentées. Pour ce qui est de la modélisation utilisée par la méthodologie au Niveau 3, les versions et l'identification des modèles devront être documentées. Dans le cas de modèles dynamiques, des copies de tous les fichiers d'entrées du modèle et des copies du code source du modèle et des programmes exécutables devront être archivés de façon permanente.

3.4.6 Assurance de la qualité/contrôle de la qualité (AQ/CQ) de l'inventaire

Les *bonnes pratiques* consistent à effectuer des contrôles de la qualité et des examens par des experts externes pour les estimations et données d'inventaires. On prêtera particulièrement attention aux estimations spécifiques au pays des variations des stocks et facteurs d'émissions pour vérifier qu'elles s'appuient sur des données de qualité et sur l'opinion vérifiable d'experts.

Les vérifications AQ/CQ suivantes s'appliquent spécifiquement à la méthodologie relative aux prairies :

Prairies restant prairies : Les superficies pour la notification des variations des stocks de biomasse des prairies et des variations des stocks des sols des prairies devront être les mêmes. Les prairies peuvent inclure des superficies pour lesquelles des variations des stocks des sols sont comptabilisées, mais pour lesquelles les variations de la biomasse sont supposées nulles (lorsque la biomasse non ligneuse est absente, par exemple), des superficies où les stocks de la biomasse et des sols varient (superficies avec empiètement par la biomasse

ligneuse, par exemple), et des superficies où ni les stocks de la biomasse ni les stocks des sols varient (prairies naturelles à gestion extensive, par exemple). Pour plus de transparence et pour éliminer les erreurs, la superficie totale des prairies où des variations de stocks sont estimées devra être notifiée ; lorsque les variations des stocks de la biomasse sont nulles, elles devront être notifiées si les variations des stocks de carbone des sols sont notifiées pour cette superficie.

Terres converties en prairies : Les totaux globaux des superficies des terres converties en prairies devront être les mêmes dans les estimations de la biomasse et des sols. Même si les bassins de la biomasse et des sols peuvent être sub-divisés à des niveaux différents, on devra utiliser les mêmes catégories générales pour la sub-division des données sur les superficies.

Pour toutes les estimations des variations des stocks de carbone des sols aux Niveaux 1 ou 2, les superficies totales pour chaque combinaison de type de climat/sols devront être les mêmes pour le début (année_(0-T)) et la fin (année₍₀₎) de la période d'inventaire (voir Équation 3.4.9).

3.4.7 Estimation des valeurs par défaut GPG de Niveau 1 révisées pour la gestion des prairies (voir Tableau 3.4.5)

Des facteurs de variation des stocks de carbone des prairies ont été calculés pour trois types généraux d'état des prairies : dégradées, à gestion nominale, et améliorées. Un facteur d'apports supplémentaires a été inclus pour les prairies améliorées. Les améliorations de gestion examinées ici se limitent à la fertilisation (organique ou inorganique), la plantation d'espèces de légumineuses ou d'autres espèces herbacées, et l'irrigation. Les prairies faisant l'objet de surpâturage et les pâturages tropicaux mal gérés (c'est-à-dire sans aucune améliorations de gestion) ont été classées dans la catégorie des prairies dégradées. Les prairies naturelles ou artificielles non améliorées ont été groupées dans la catégorie des prairies à gestion nominale. Les prairies ayant un seul type d'amélioration de gestion ont été classées dans la catégorie des prairies améliorées avec des taux d'absorptions de carbone moyens. Pour les prairies améliorées bénéficiant de plusieurs améliorations de gestion, les taux d'absorptions de carbone ont été jugés élevés. Les données ont été synthétisées sur des modèles linéaires à effets mixtes, qui prennent en compte les effets fixes et les effets aléatoires. Les effets fixes incluaient la profondeur, le nombre d'années depuis le changement de gestion, et le type de changement de gestion (travail du sol réduit ou pas de travail du sol, etc.). Pour la profondeur, les données n'ont pas été regroupées mais incluaient des stocks de carbone mesurés pour chaque augmentation de profondeur (0-5 cm, 5-10 cm, et 10-30 cm) en tant que point séparé dans l'ensemble de données. De même, les données des séries temporelles n'ont pas été groupées, bien que ces mesures aient été effectuées sur les même parcelles. Par conséquent, des effets aléatoires ont été utilisés pour tenir compte de l'interdépendance des données des séries temporelles et de l'interdépendance entre les points de données représentant des profondeurs différentes pour une même étude. On a estimé des facteurs pour les effets des pratiques de gestion à vingt ans pour les 30 cm supérieurs du sol. La variance a été calculée pour chaque valeur de facteur et peut être utilisée pour établir des fonctions de distribution de probabilité avec une densité normale.

REFERENCES UTILISEES POUR L'ANALYSE A LA SECTION 3.4.7

- Abril, A. et E.H. Bucher. (1999). The effects of overgrazing on soil microbial community and fertility in the Chaco dry savannas of Argentina. *Applied Soil Ecology* **12**:159-167.
- Aina, P.O. (1979). Soil changes resulting from long-term management practices in Western Nigeria. *Soil Science Society of America Journal* **43**:173-177.
- Arnold, P.W., F. Hunter, et P. González Fernández. (1976). Long-term grassland experiments at Cockle Park. *Annales Agronomiques* **27**:1027-1042.
- Banerjee, M.R., D.L. Burton, W.P. McCaughey, et C.A. Grant. (2000). Influence of pasture management on soil biological quality. *Journal of Range Management* **53**:127-133.
- Bardgett, R.D., C. Frankland Juliet, et J. B. Whittaker. (1993). The effects of agricultural practices on the soil biota of some upland grasslands. *Agriculture, Ecosystems and Environment* **45**:25-45.
- Barrow, N.J. (1969). The accumulation of soil organic matter under pasture and its effect on soil properties. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry* **9**:437-445.
- Biondini, M.E., B.D. Patton, et P. E. Nyren. (1998). Grazing intensity and ecosystem processes in a northern mixed-grass prairie, USA. *Ecological Applications* **8**:469-479.
- Cantarutti, R.B., J.M. Brage, R.M. Boddey, et S. d. P. Resende. (1995). Caracterização do status de nitrogênio em solos sob pastagem de *Brachiaria humidicola* pura e consorciada com *Desmodium ovalifolium* cv. Itabela. Pages 733-735 *dans* Proceedings of the XXV Congresso Brasileiro do Ciencia do Solo, Micosá, MG, Brésil.
- Carr, S.C.M. et J. S. Turner. (1959). The ecology of the Bogong high plains II. Fencing experiments in grassland C. *Australian Journal of Botany* **7**:34-83.
- Carter, M.R., D.A. Angers, et H.T. Kunelius. (1994). Soil structural for and stability, and organic matter under cool-season perennial grasses. *Soil Science Society of America Journal* **58**:1194-1199.
- Cerri, C.C., B. Volkoff, et F. Andreaux. (1991). Nature and behavior of organic matter in soils under natural forest, and after deforestation, burning and cultivation, near Manaus. *Forest Ecology and Management* **38**:247-257.
- Chone, T., F. Andreuz, J.C. Correa, B.Volkhoff, et C.C. Cerri. (1991). Changes in organic matter in an Oxisol from the central Amazonian forest during eight years as pasture determined by ¹³C isotopic composition. Pages 397-405 *dans* J. Berthelin (éd). *Diversity of Environmental Biogeochemistry*. Elsevier, Amsterdam.
- Chuluun, T., L.L. Tieszen, et D. Ojima. (1999). Land use impact on C4 plant cover of temperate east Asian grasslands. Pages 103-109 *dans* K. Otsubo (éd). *NIES Workshop on Information Bases and Modeling for Land-use and Land-cover Changes Studies in East Asia*. Center for Global Environmental Research.
- Desjardins, T., F. Andreauz, B. Volkoff, et C.C. Cerri. (1994). Organic carbon and ¹³C content in soils and soil size-fractions, and their changes due to deforestation and pasture installation in eastern Amazonia. *Geoderma* **61**:103-118.
- Eden, M.J., D.F.M. McGregor, et N.A.Q. Viera. (1990). Pasture development on cleared forest land in northern Amazonia. *The Geographical Journal* **156**:283-296.
- Escobar, C. J. et J. L. Toriatti Dematte. (1991). Distribution of organic matter and natural carbon-13 in an Ultisol in the Amazon piedmont. *Pasturas Tropicales* **13**:27-30.
- Feigl, B.J., J. Melillo, et C.C. Cerri. (1995). Changes in the origin and quality of soil organic matter after pasture introduction in Rondonia (Brazil). *Plant and Soil* **175**:21-29.
- Fisher, M.J., I.M. Tao, M.A. Ayarza, C.E. Lascano, J.I. Sanz, R. J. Thomas et R.R. Vera. (1994). Carbon storage by introduced deep-rooted grasses in the South American savannas. *Nature* **371**:236-238.
- Frank, A.B., D.L. Tanaka, L. Hofmann, et R.F. Follett. (1995). Soil carbon and nitrogen of Northern Great Plains grasslands as influenced by long-term grazing. *Journal of Range Management* **48**:470-474.
- Franzluebbers, A.J., N. Nazih, J.A. Stuedmann, J.J. Fuhrmann, H.H. Schomberg, et P.G. Hartel. (1999). Soil carbon and nitrogen pools under low- and high-endophyte-infected tall fescue. *Soil Science Society of America Journal* **63**:1687-1694.
- Franzluebbers, A.J., J.A. Stuedmann, H.H. Schomberg, et S.R. Wilkinson. (2000). Soil organic C and N pools under long-term pasture management in the Southern Piedmont USA. *Soil Biology and Biochemistry* **32**:469-478.
- Garcia-Oliva, F., I. Casar, P. Morales, et J.M. Maass. (1994). Forest-to-pasture conversion influences on soil organic carbon dynamics in a tropical deciduous forest. *Oecologia* **99**:392-396.
- Goh, K.M., J.D. Stout, et T.A. Rafter. (1977). Radiocarbon enrichment of soil organic matter fractions in New Zealand soils. *Soil Science* **123**:385-391.
- Jackman, R.H. (1964). Accumulation of organic matter in some New Zealand soils under permanent pasture I. Patterns of change of organic carbon, nitrogen, sulphur, and phosphorous. *New Zealand Journal of Agricultural Research* **7**:445-471.
- Kohn, G.D., G.J. Osborne, G.D. Batten, A.N. Smith, et W.J. Lill. (1977). The effect of topdressed superphosphate on changes in Nitrogen : Carbon : Sulphur : Phosphorous and pH on a red earth soil during a long term grazing experiment. *Australian Journal of Soil Research* **15**:147-158.

REFERENCES UTILISEES POUR L'ANALYSE A LA SECTION 3.4.7 (SUITE)

- Koutika, L.S., F. Bartoli, F. Andreux, C.C. Cerri, G. Burtin, T. Chone, et R. Philippy. (1997). Organic matter dynamics and aggregation in soils under rain forest and pastures of increasing age in the eastern Amazon Basin. *Geoderma* **76**.
- Loiseau, P. et C. Grignani. (1991). Status of organic nitrogen and fate of mineral nitrogen in mid-mountain pastures. *Agronomie* **11**:143-150.
- Lovell, R.D., S.C. Jarvis, et R.D. Bardgett. (1995). Soil microbial biomass and activity in long-term grassland: effects of management changes. *Soil Biology and Biochemistry* **27**:969-975.
- Lytton Hitchins, J.A., A.J. Koppi, et A.B. McBratney. (1994). The soil condition of adjacent bio-dynamic and conventionally managed dairy pasture in Victoria, Australia. *Soil Use and Management* **10**:79-87.
- Malhi, S.S., J.T. Harapiak, M. Nyborg, K.S. Gill, et N.A. Flore. (2002). Autumn and spring applications of ammonium nitrate and urea to bromegrass influence total and light fraction organic C and N in a thin Black Chernozem. *Canadian Journal of Soil Science* **82**:211-217.
- Malhi, S.S., M. Nyborg, J.T. Harapiak, K. Heier, et N.A. Flore. (1997). Increasing organic C and N in soil under bromegrass with long-term N fertilization. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* **49**:255-260.
- Manley, J.T., G.E. Schuman, J.D. Reeder, et R.H. Hart. (1995). Rangeland soil carbon and nitrogen responses to grazing. *Journal of Soil and Water Conservation* **50**:294-298.
- Moulin, A.P., D.H. McCartney, S. Bittman, et W.F. Nuttall. Long-term effects of fertilizer on soil carbon in a pasture soil.
- Naeth, M.A., A.W. Bailey, D.J. Pluth, D.S. Chanasyk, et R. T. Hardin. (1991). Grazing impacts on litter and soil organic matter in mixed prairie and fescue grassland ecosystems of Alberta. *Journal of Range Management* **44**:7-12.
- Neill, C., J.M. Melillo, P.A. Steudler, C.C. Cerri, J.F.L. d. Moraes, M.C. Piccolo, et M. Brito. (1997). Soil carbon and nitrogen stocks following forest clearing for pasture in the Southwestern Brazilian Amazon. *Ecological Applications* **7**:1216-1225.
- Nyborg, M., S.S. Malhi, E.D. Solberg, et R.C. Izaurre. (1999). Carbon storage and light fraction C in a grassland dark gray chernozem soil as influenced by N and S fertilization. *Canadian Journal of Soil Science* **79**:317-320.
- Oberson, A., D.K. Friesen, H. Tiessen, C. Morel, et W. Stahel. (1999). Phosphorus status and cycling in native savanna and improved pastures on an acid low-P Colombian oxisol. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* **55**:77-88.
- Reiners, W.A., A.F. Bouwman, W.F.J. Parsons, et M.Keller. (1994). Tropical rain forest conversion to pasture: Changes in vegetation and soil properties. *Ecological Applications* **4**:363-377.
- Ridley, A.M., W.J. Slatery, K.R. Halyar, et A. Cowling. (1990). The importance of the carbon cycle to acidification of grazed animal pasture. *Australian Journal of Experimental Agriculture* **30**:529-537.
- Rixon, A.J. (1966). Soil fertility changes in a redbrown earth under irrigated pastures. *Australian Journal of Agricultural Research* **17**:303-316.
- Russell, J.S. (1960). Soil fertility changes in the long term experimental plots at Kybybolite, South Australia. I. Changes in pH, total nitrogen, organic carbon and bulk density. *Australian Journal of Agricultural Research* **11**:902-926.
- Schuman, G.E., J.D. Reeder, J.T. Manley, R.H. Hart, et W.A. Manley. (1999). Impact of grazing management on the carbon and nitrogen balance of a mixed-grass rangeland. *Ecological Applications* **9**:65-71.
- Shiel, R.S. (1986). Variation in amounts of carbon and nitrogen associated with particle size fractions of soils from the Palace Leas meadow hay plots. *Journal of Soil Science* **37**:249-257.
- Skjemstad, J.O., V.R. Catchpole, et R.P. Le Feuvre. (1994). Carbon dynamics in Vertisols under several crops as assessed by natural abundance ¹³C. *Australian Journal of Soil Research* **32**:311-321.
- Smoliak, S., J.F. Dormaar, et A. Johnston. (1972). Long-term grazing effects on Stipa-Bouteloua prairie soils. *Journal of Range Management* **25**:246-250.
- Trumbore, S.E., E.A. Davidson, P. Barbosa de Camargo, D.C. Nepstad, et L.A. Martinelli. (1995). Belowground cycling of carbon in forests and pastures of Eastern Amazonia. *Global Biogeochemical Cycles* **9**:515-528.
- Veldkamp, E. (1994). Organic carbon turnover in three tropical soils under pasture after deforestation. *Soil Science Society of America Journal* **58**:175-180.
- Walker, T.W., B.K. Thapa, et A.F.R. Adams. (1959). Studies on soil organic matter. 3. Accumulation of carbon, nitrogen, sulphur, organic and total phosphorous in improved grassland soils. *Soil Science* **87**:135-140.
- Wang, Y. et Z. Chen. (1998). Distribution of soil organic carbon in the major grasslands of Xilinguole, Inner Mongolia, China. *Acta Phytocologica Sinica* **22**:545-551.
- Wood, K.M. et W. H. Blackburn. (1984). Vegetation and soil responses to cattle grazing systems in the Texas rolling plains. *Journal of Range Management*

3.5 ZONES HUMIDES

Les zones humides incluent les terres couvertes d'eau ou saturées pendant la totalité ou une partie de l'année (tourbières, par exemple) et qui n'entrent pas dans la catégorie des terres forestières, terres cultivées, prairies ou établissements définies au Chapitre 2 du présent rapport (Section 2.2, Catégories d'utilisation de terres)¹. Cette catégorie peut être sub-divisée en terres gérées et non gérées conformément aux définitions nationales. Les réservoirs sont considérés comme des zones gérées, et les fleuves et lacs naturels comme des zones non gérées. Les terres forestières, terres cultivées et prairies établies sur des sols tourbeux ou humides sont examinées aux Sections 3.2, 3.3, et 3.4, respectivement, du présent chapitre. Les rizières sont examinées au chapitre Agriculture des *Lignes directrices du GIEC* et du *GPG2000*. L'inondation et le drainage des zones humides sont inclus dans les *Lignes directrices du GIEC* à la Section 5.4.3, Autres catégories d'activités possibles.

Pour estimer les émissions de gaz à effet de serre, on doit distinguer entre les zones humides gérées et non gérées. Dans le présent rapport, les zones humides gérées sont celles pour lesquelles la nappe phréatique est modifiée artificiellement (tourbières drainées, etc.) ou celles créées à la suite d'activités humaines (construction de barrages, etc.). Les principales émissions de gaz à effet de serre par les zones humides gérées sont résumées au Tableau 3.5.1, lequel indique également les sections du présent rapport relatives à leur estimation.

	Tourbières	Terres inondées²
Zones humides restant zones humides		
CO ₂	Appendice 3a.3	Appendice 3a.3
CH ₄	Non examiné	Appendice 3a.3
N ₂ O	Appendice 3a.3	Appendice 3a.3
Terres converties en zones humides		
CO ₂	Section 3.5	Section 3.5
CH ₄	Non examiné (le drainage et la ré-humidification des sols forestiers sont examinés à l'Appendice 3a.2)	Couvert dans l'Appendice 3a.3 (pas de distinction basée sur l'âge du réservoir)
N ₂ O	Appendice 3a.3 (Le drainage et la ré-humidification des sols forestiers sont examinés à l'Appendice 3a.2)	Couvert dans l'Appendice 3a.3 (pas de distinction basée sur l'âge du réservoir)

3.5.1 Zones humides restant zones humides

Cette catégorie est examinée à l'Appendice 3a.3, Zones humides restant zones humides : Base d'un futur développement méthodologique.

3.5.2 Terres converties en zones humides

La présente section couvre les émissions de CO₂ associées à l'extraction de la tourbe ou à l'inondation. La conversion des terres en zones humides peut être une composante importante des estimations nationales sur le déboisement (ou sur d'autres conversions de terres importantes pour le pays). Pour les conversions liées à l'extraction de la tourbe, les variations des stocks de carbone de la biomasse vivante et des sols sont examinées ci-dessous. Pour les conversions liées à l'inondation, seule la variation des stocks de carbone associée à la perte de biomasse vivante est examinée.

¹ La définition utilisée dans le présent rapport est conforme aux définitions communes utilisées dans la Convention de Ramsar sur les zones humides et dans la Convention sur la diversité biologique (CDB).

² Les terres inondées sont définies comme des étendues d'eau régulées par des activités humaines pour la production d'énergie, l'irrigation, la navigation, les loisirs, etc. et où la régulation de l'eau est à l'origine de changements substantiels de la superficie de l'eau. Les lacs et fleuves régulés, lorsque le principal écosystème avant l'inondation était un lac ou un fleuve naturel, ne sont pas considérés comme des terres inondées. Les rizières sont examinées au Chapitre Agriculture des *Lignes directrices du GIEC* et dans *GPG2000*.

Les terres converties en zones humides incluent les conversions de terres forestières, terres cultivées, prairies et établissements en zones humides. Les conversions les plus fréquentes sont les conversions de terres forestières en zones humides (ré-humidification des tourbières drainées à des fins de foresterie), les conversions liées à l'extraction de la tourbe (conversion de tourbières naturelles en terres gérées), ou les conversions en terres inondées (à des fins hydroélectriques ou autres). Le présent rapport ne présente pas de méthodologies relatives à la ré-humidification en raison du peu de données disponibles (l'Appendice 3a.2, qui examine les émissions de gaz à effet de serre sans CO₂ résultant du drainage et de la ré-humidification, est axé sur le drainage). Comme indiqué dans l'Équation 3.5.1, les recommandations sur l'estimation de la variation des stocks de carbone des terres converties en zones humides se rapportent à deux types d'utilisation des terres après conversion : extraction de la tourbe et inondation.

ÉQUATION 3.5.1
VARIATION DES STOCKS DE CARBONE DES TERRES CONVERTIES EN ZONES HUMIDES

$$\Delta C_{TZ} = \Delta C_{TZ \text{ tourbe}} + \Delta C_{TZ \text{ inondation}}$$

Où : ΔC_{TZ} = variation des stocks de carbone des terres converties en zones humides, tonnes C an⁻¹

$\Delta C_{TZ \text{ tourbe}}$ = variation des stocks de carbone des terres converties à des fins d'extraction de tourbe (Section 3.5.1), tonnes C an⁻¹

$\Delta C_{TZ \text{ inondation}}$ = variation des stocks de carbone des terres converties en terres inondées (Section 3.5.2), tonnes C an⁻¹

La variation des stocks de carbone en tonnes C est convertie en Gg d'émissions de CO₂ en multipliant la valeur par 44/12 et 10³, conformément aux exigences de notification. Les émissions sont indiquées par des valeurs positives et les absorptions par des valeurs négatives (le résultat de l'Équation 3.5.1 doit être une perte de carbone). Pour des informations plus détaillées sur la notification et sur les conventions pour les signes, se reporter à la Section 3.1.7 et à l'Appendice 3A.2 (Tableaux de notification et Feuilles de travail).

La Figure 3.1.2 présente un diagramme décisionnel général destiné à faciliter le choix du niveau approprié pour la conversion de terres, et applicable aux terres converties en zones humides. Si les données le permettent, le choix des niveaux méthodologiques devra être effectué séparément pour chaque type de conversion des terres (terres forestières en zones humides, prairies en zones humides, terres cultivées en zones humides, autres terres en zones humides).

3.5.2.1 VARIATION DES STOCKS DE CARBONE DES TERRES CONVERTIES A DES FINS D'EXTRACTION DE TOURBE

3.5.2.1.1 QUESTIONS MÉTHODOLOGIQUES

Une méthode d'estimation des émissions des terres converties à des fins d'extraction de tourbe est décrite ci-après. Les *Lignes directrices du GIEC* ne traitent pas explicitement des émissions des sols organiques gérés à des fins d'extraction de tourbe, ni des changements d'affectation des terres associés aux sols organiques gérés à cette fin. Les émissions résultant de la combustion de la tourbe sont examinées à la section Énergie des *Lignes directrices du GIEC*. En conséquence, la méthode ci-dessous ne concerne que les émissions imputables au défrichage des terres en prévision de l'extraction de la tourbe, et les variations des matières organiques des sols résultant de l'oxydation de la tourbe dans la couche aérobie des terres pendant l'extraction. L'extraction de la tourbe est couverte par les estimations sur la combustion de la tourbe dans la section sur l'énergie et n'est donc pas examinée ici. Cette méthode, et les valeurs par défaut associées utilisées pour les estimations de Niveau 1, peut être appliquée aux terres sur lesquelles il y a extraction de tourbe continue (à notifier dans la sous-catégorie Zones humides restant zones humides) et aux terres converties à des fins d'extraction de tourbe.

3.5.2.1.1.1 Choix de la méthode

L'estimation des variations des stocks de carbone pour les terres converties à des fins d'extraction de tourbe contient deux éléments fondamentaux, comme indiqué dans l'Équation 3.5.2, qui permet de calculer une perte de carbone.

ÉQUATION 3.5.2
VARIATION ANNUELLE DES STOCKS DE CARBONE DES TERRES CONVERTIES A DES FINS D'EXTRACTION DE TOURBE

$$\Delta C_{TZ \text{ tourbe}} = \Delta C_{TZ \text{ tourbe}_{BV}} + \Delta C_{TZ \text{ tourbe}_{Sols}}$$

Où : $\Delta C_{TZ \text{ tourbe}}$ = variation annuelle des stocks de carbone des terres converties à des fins d'extraction de tourbe, tonnes C an⁻¹

$\Delta C_{TZ \text{ tourbe}_{BV}}$ = variation annuelle des stocks de carbone de la biomasse vivante, tonnes C an⁻¹

$\Delta C_{TZ \text{ tourbe}_{Sols}}$ = variation annuelle des stocks de carbone des sols, tonnes C an⁻¹

On suppose que le bassin de matière organique morte n'est pas significatif. Si un pays possède des données sur la matière organique morte, il peut les inclure dans l'estimation aux niveaux méthodologiques 2 ou 3.

Les variations des stocks de carbone de la biomasse vivante associées à la conversion des terres à des fins d'extraction de tourbe sont estimées à l'aide de l'Équation 3.5.3.

ÉQUATION 3.5.3
VARIATION ANNUELLE DES STOCKS DE CARBONE DE LA BIOMASSE VIVANTE DES TERRES
CONVERTIES A DES FINS D'EXTRACTION DE TOURBE

$$\Delta C_{TZ \text{ tourbe}_{BV}} = \sum S_i \bullet (B_{Après} - B_{Avant})_i \bullet FC$$

Où : $\Delta C_{TZ \text{ tourbe}_{BV}}$ = variation annuelle des stocks de carbone de la biomasse vivante des terres converties à des fins d'extraction de tourbe, tonnes C an⁻¹

S_i = superficie des terres converties annuellement à des fins d'extraction de tourbe, depuis l'utilisation initiale i , ha yr⁻¹

B_{Avant} = biomasse aérienne immédiatement avant la conversion à des fins d'extraction de tourbe, tonnes m.s. ha⁻¹

$B_{Après}$ = biomasse aérienne immédiatement après la conversion à des fins d'extraction de tourbe, tonnes m.s. ha⁻¹ (valeur par défaut = 0)

FC = fraction de carbone de la matière sèche (valeur par défaut = 0,5), tonnes C (tonnes m.s.)⁻¹

La méthode est conforme à celle des *Lignes directrices du GIEC* Section 5.2.3 (Conversion des forêts et des prairies) et aux méthodologies par niveaux pour l'estimation des variations des stocks de carbone de la biomasse vivante décrites aux Sections 3.2.2, 3.3.2 et 3.4.2. Comme indiqué par l'équation, l'estimation de la quantité de biomasse aérienne vivante défrichée à des fins d'extraction de tourbe s'effectue en multipliant la superficie convertie annuellement à des fins d'extraction de tourbe par la différence entre les stocks de carbone de la biomasse des terres avant la conversion et des tourbières après conversion. Lorsque des forêts sont converties en tourbières, et le déboisement reflété dans les statistiques sur les récoltes, ces statistiques devront être ajustées par le volume de bois récolté depuis B_{Avant} pour prévenir le risque de double comptage.

Pour une estimation de Niveau 1 des variations des stocks de carbone de la biomasse vivante des terres converties à des fins d'extraction de tourbe, on suppose par défaut que la totalité de la biomasse aérienne présente avant la conversion sera perdue pendant l'année de la conversion et que les stocks de carbone de la biomasse vivante après la conversion ($B_{Après}$) sont nuls. Les *bonnes pratiques* consistent à estimer la superficie de terres forestières converties à des fins d'extraction de tourbe, par grandes catégories forestières, et à utiliser les valeurs par défaut des stocks de carbone indiquées dans les Tableaux pour la Section 3.2 (Terres forestières) à l'Appendice 3A.1, pour le calcul des estimations de B_{Avant} pour chaque catégorie forestière initiale, et chaque catégorie d'autre utilisation des terres initiale, y compris les tourbières non gérées. Lorsque la conversion concerne des prairies, on utilisera les valeurs par défaut pour la biomasse aérienne indiquées au Tableau 3.4.2.

Il y aura aussi des émissions de gaz sans CO₂ (CH₄ et N₂O) dans le cas de l'utilisation de feux pour le défrichage. Ces émissions peuvent être estimées aux Niveaux 2 et 3 en observant les recommandations présentées à la Section 3.2.1.4. Le drainage des tourbières augmentera également les émissions de N₂O, lesquelles pourront être estimées en observant les recommandations de l'Appendice 3a.3, Émissions de N₂O par les sols organiques exploités à des fins d'extraction de tourbe.

Les émissions de CO₂ par les sols se produisent à plusieurs stades du processus d'extraction de la tourbe, comme indiqué dans l'Équation 3.5.4.

ÉQUATION 3.5.4
VARIATION ANNUELLE DES STOCKS DE CARBONE DES SOLS DES TERRES CONVERTIES A DES FINS
D'EXTRACTION DE TOURBE

$$\Delta C_{TZ \text{ tourbe}_{Sols}} = \Delta C_{\text{drainage}} + \Delta C_{\text{extraction}} + \Delta C_{\text{stockage}} + \Delta C_{\text{restauration}}$$

Où : $\Delta C_{TZ \text{ tourbe}_{Sols}}$ = variation annuelle des stocks de carbone des sols des terres converties à des fins d'extraction de tourbe, tonnes C an⁻¹

$\Delta C_{\text{drainage}}$ = variation annuelle des stocks de carbone des sols pendant le drainage, tonnes C an⁻¹

$\Delta C_{\text{extraction}}$ = variation annuelle des stocks de carbone des sols pendant l'extraction de la tourbe (exclut la quantité de carbone dans la tourbe extraite), tonnes C an⁻¹

$\Delta C_{\text{stockage}}$ = variation annuelle des stocks de carbone des sols pendant le stockage de la tourbe avant le transfert pour la combustion, tonnes C an⁻¹

$\Delta C_{\text{restauration}}$ = variation annuelle des stocks de carbone des sols résultant des mesures prises pour la restauration des terres autrefois cultivées, tonnes C an⁻¹

Niveau 1 : Dans le cas de terres converties à des fins d'extraction de tourbe, seul l'effet du drainage de la tourbe ($\Delta C_{\text{drainage}}$) est examiné au Niveau 1. La méthodologie de Niveau 1 s'appuie sur une identification de la superficie de base et des facteurs d'émissions par défaut ; la méthode de base pour l'estimation des émissions de carbone des sols organiques convertis à des fins d'extraction de tourbe est indiquée dans l'Équation 3.5.5. Cette équation est appliquée à un niveau global à la superficie totale nationale des sols organiques convertis à des fins d'extraction de tourbe, avec sub-divisions « riches en nutriments » et « pauvres en nutriments », et utilisation de facteurs d'émissions par défaut. Actuellement, la méthode et les données proposées ne s'appliquent qu'à l'estimation des variations moyennes des stocks de carbone associées au drainage de la tourbe sur de longues périodes, bien que les émissions seront plus élevées pendant la première année du drainage que par la suite.

ÉQUATION 3.5.5

VARIATION ANNUELLE DES STOCKS DE CARBONE RESULTANT DU DRAINAGE DES SOLS ORGANIQUES CONVERTIS A DES FINS D'EXTRACTION DE TOURBE

$$\Delta C_{\text{drainage}} = S_{\text{richesnutr}} \bullet FE_{\text{richesnutr}} + S_{\text{pauvresnutr}} \bullet FE_{\text{pauvresnutr}}$$

Où : $\Delta C_{\text{drainage}}$ = variation annuelle des stocks de carbone résultant du drainage des sols organiques convertis à des fins d'extraction de tourbe, tonnes C an⁻¹

$S_{\text{richesnutr}}$ = superficie des sols organiques riches en nutriments convertis à des fins d'extraction de tourbe, ha

$S_{\text{pauvresnutr}}$ = superficie des sols organiques pauvres en nutriments convertis à des fins d'extraction de tourbe, ha

$FE_{\text{richesnutr}}$ = facteur d'émissions pour les variations des stocks de carbone des sols organiques riches en nutriments convertis à des fins d'extraction de tourbe, tonnes C ha⁻¹ an⁻¹

$FE_{\text{pauvresnutr}}$ = facteur d'émissions pour les variations des stocks de carbone des sols organiques pauvres en nutriments convertis à des fins d'extraction de tourbe, tonnes C ha⁻¹ an⁻¹

Niveau 2 : La méthode de Niveau 2 peut développer celle de Niveau 1, si des données sur les superficies et des facteurs d'émissions spécifiques au pays sont disponibles. Dans ce cas, les pays pourront sub-diviser les données d'activités et les facteurs d'émissions en fonction de la fertilité et du type de tourbe, de l'intensité du drainage, et/ou de l'utilisation des terres ou de la couverture terrestre antérieures.

Niveau 3 : Les méthodes de Niveau 3 font appel à des statistiques sur la superficie des sols organiques exploités à des fins d'extraction de tourbe, par type de site, fertilité, durée depuis le drainage, et/ou durée depuis la restauration, qui peuvent être associées à des facteurs d'émissions appropriés, et/ou des modèles fondés sur les processus. On peut aussi utiliser des études contenant des données sur les variations de la densité apparente des sols, la teneur en carbone et la profondeur de la tourbe, pour détecter les variations des stocks de carbone des sols, à condition que l'intensité d'échantillonnage soit suffisante et couvre toute la couche de tourbe. Ces données devront être ajustées pour tenir compte des pertes de carbone dues à la lixiviation du carbone organique dissous, et des pertes de matière organique morte dues aux écoulements ou aux émissions de CH₄.

3.5.2.1.1.2 Choix des facteurs d'émissions/d'absorptions

Niveau 1 : Lors de l'estimation de la variation des stocks de carbone pour les sols organiques convertis à des fins d'extraction de tourbe, au Niveau 1, les *bonnes pratiques* consistent à utiliser les facteurs d'émissions par défaut présentés au Tableau 3.5.2.

Région/Type de tourbe	Facteur d'émissions tonne C ha an ⁻¹	Incertitude ^a tonne C ha an ⁻¹	Référence/Observation ^b
Boréale et Tempérée			
Pauvre en nutriments($FE_{\text{pauvrenutr}}$)	0,2	0 à 0,63	Laine et Minkkinen, 1996 ; Alm <i>et al.</i> , 1999 ; Laine <i>et al.</i> , 1996 ; Minkkinen <i>et al.</i> , 2002
Riche en nutriments ($FE_{\text{richenutr}}$)	1,1	0,03 à 2,9	Laine <i>et al.</i> , 1996 ; LUSTRA, 2002 ; Minkkinen <i>et al.</i> , 2002 ; Sundh <i>et al.</i> , 2000
Tropicale	2,0	0,06 à 6,0	Calculé à partir de la différence relative entre tempérée (pauvre en nutriments) et tropicale au Tableau 3.3.5.
^a Plage de données sous-jacentes ^b Les valeurs boréales et tempérées ont été obtenues comme moyenne log-normale à partir de l'examen de mesures de parcelles appariées, en supposant un faible drainage des sols organiques convertis à des fins d'extraction de tourbe. La plupart des données proviennent de sources européennes.			

Les pays boréaux qui ne disposent pas de données sur les superficies des tourbières riches en nutriments et pauvres en nutriments utiliseront le facteur d'émissions pour les tourbières pauvres en nutriments. Les pays tempérés qui ne disposent pas de ces données utiliseront le facteur d'émissions pour les tourbières riches en nutriments. Pour les pays tropicaux, on ne peut fournir actuellement qu'un seul facteur par défaut.

Niveau 2 : Le Niveau 2 utilise des données spécifiques au pays qui tiennent compte des pratiques de gestion telles que le drainage des différents types de tourbières, et l'intensité du drainage.

Niveau 3 : Au Niveau 3, tous les paramètres devront être définis par le pays, avec utilisation de valeurs plus exactes que les valeurs par défaut. Peu d'études ont été publiées dans ce domaine, et les résultats sont quelquefois contradictoires ; les *bonnes pratiques* consistent donc à calculer des facteurs d'émissions spécifiques au pays par des mesures par rapport à des sites de référence vierges. Les pays ayant des conditions environnementales similaires sont invités à échanger des données dans ce domaine.

3.5.2.1.1.3 Choix des données d'activités

Niveau 1 : La superficie des sols organiques convertis à des fins d'extraction de tourbe est requise pour tous les niveaux méthodologiques. La valeur de superficie générale est utilisée pour l'estimation de la variation des stocks de carbone de la biomasse vivante ; pour l'estimation de la variation des stocks de carbone des sols organiques, on doit distinguer entre les sols organiques riches en nutriments et ceux pauvres en nutriments. Idéalement, au Niveau 1, les pays collecteront des données nationales sur les superficies converties à des fins d'extraction de tourbe et sur leur utilisation initiale. Ces données pourront provenir de statistiques nationales, sociétés spécialisées dans l'extraction de la tourbe, et ministères responsables de l'utilisation des terres. On peut supposer que la proportion des sols riches en nutriments par rapport à celles des sols pauvres en nutriments reflète l'importance relative de ces types de tourbières au niveau national.

Niveau 2 : Au Niveau 2, les pays peuvent inclure des données basées sur l'utilisation des terres initiale, le type et la fertilité de la tourbe, et l'intensité de la perturbation de la tourbe et du drainage des sols organiques convertis à des fins d'extraction de tourbe. Ces données pourront être obtenues à partir de l'inventaire national des tourbières mis à jour régulièrement.

Niveau 3 : Au Niveau 3, des informations détaillées sur l'utilisation des terres initiale, le type et fertilité de la tourbe, et l'intensité de la perturbation de la tourbe et du drainage des sols organiques convertis à des fins d'extraction de tourbe pourront être nécessaires. Les données spécifiques et le niveau de sub-division requis dépendront de la modélisation utilisée.

3.5.2.1.1.4 Évaluation de l'incertitude

Pour l'estimation des émissions résultant de la conversion des terres en tourbières, les incertitudes principales sont liées aux estimations des superficies et aux facteurs d'émissions.

Niveau 1 : Les sources d'incertitude pour la méthode de Niveau 1 résultent de l'emploi de moyennes mondiales ou nationales pour les stocks de carbone des forêts avant la conversion et d'estimations grossières des superficies et de leurs utilisations initiales avant la conversion à des fins d'extraction de tourbe, bien que la majorité de la superficie convertie était probablement constituée de tourbières plus ou moins arborées. La plupart des valeurs par défaut utilisées avec cette méthode n'ont pas de plage d'erreur correspondante. Les facteurs d'émissions par défaut fournis pour le Niveau 1 ont été établis à partir de quelques (moins de 10) points de données, qui peuvent ne pas être représentatifs de superficies ou zones climatiques très étendues. On a donc supposé un niveau d'incertitude par défaut de +/- 75 pour cent des estimations d'émissions ou d'absorptions de carbone, à partir d'un jugement d'experts. La distribution de la probabilité de l'incertitude des émissions sera probablement non normale, et on suppose donc un intervalle de 95 pour cent d'une distribution log-normale comme incertitude par défaut (Tableau 3.5.2). Les *bonnes pratiques* consistent à utiliser cette plage plutôt qu'un écart type symétrique.

Pour la superficie des tourbières drainées, l'incertitude est estimée à 50 pour cent pour l'Europe et l'Amérique du Nord, mais pourrait avoir un facteur de 2 pour le reste du monde. L'incertitude pour l'Asie du Sud-Est est extrêmement élevée étant donné que les tourbières sont soumises à des pressions particulières, principalement en raison de l'urbanisation et de l'intensification de l'agriculture et de la foresterie, et peut-être aussi en raison de l'extraction de la tourbe. On suppose que les données des conversions des terres en tourbières sont entachées de la même incertitude, bien que des pays où l'extraction commerciale de tourbe est prédominante disposeront de données plus précises.

Niveau 2 : A ce niveau méthodologique, des estimations des superficies réelles pour les conversions de terres permettront une comptabilisation plus transparente et les experts pourront identifier les omissions et de prévenir le double comptage des superficies. La méthodologie de Niveau 2 utilise au moins quelques valeurs défaut définies par le pays, qui amélioreront l'exactitude des estimations, à condition qu'elles soient plus représentatives des conditions pertinentes pour le pays. Pour le calcul de valeurs par défaut spécifiques au pays, les pays devront utiliser des tailles d'échantillons suffisantes et des techniques destinées à réduire les erreurs types. Des fonctions de densité de probabilité (donnant des estimations de moyenne et de variance) devront être calculées pour tous les paramètres définis par le pays. Ces données pourront être utilisées avec des analyses de l'incertitude évoluées

(analyses Monte-Carlo, par exemple). Voir le Chapitre 5 du présent rapport pour des recommandations sur la mise en œuvre de ces analyses. Au minimum, les méthodologies de Niveau 2 devront fournir des plages d'erreur pour chaque paramètre défini par le pays.

Niveau 3 : Au Niveau 3, des données d'activités provenant d'un système d'inventaires d'utilisation et de gestion des terres devraient permettre d'estimer l'incertitude des valeurs des superficies associées aux conversions des terres. On peut combiner des données sur les émissions et absorptions et leurs incertitudes associées par l'analyse Monte-Carlo pour estimer les moyennes et intervalles de confiance pour l'inventaire général. Des modèles fondés sur des processus donneront probablement des estimations plus réalistes, mais devront être calibrés et validés par des mesures. Des recommandations générales sur l'évaluation de l'incertitude pour des méthodes améliorées figurent au Chapitre 5 (Section 5.2, Identification et quantification des incertitudes) du présent rapport. Étant donné que le drainage des tourbières entraîne le tassement et l'oxydation de la tourbe et des émissions carbonées autres que du CO₂, la méthode d'estimation de la variation des stocks pour surveiller les flux de CO₂ peut être imprécise. Si on l'utilise, elle doit être calibrée par des mesures des flux appropriées.

3.5.2.2 VARIATION DES STOCKS DE CARBONE DES TERRES CONVERTIES EN TERRES INONDÉES (RESERVOIRS)

La méthode d'estimation de la variation des stocks de carbone résultant de la conversion en terres inondées est indiquée à l'Équation 3.5.6. Comme dans le cas de la méthode décrite dans la section précédente pour les tourbières, cette méthode suppose que les stocks de carbone des terres avant la conversion sont perdus pendant la première année suivant la conversion. On peut estimer les stocks de carbone des terres avant la conversion en appliquant la méthode pour la biomasse vivante décrite pour diverses catégories d'utilisation des terres dans d'autres sections du présent chapitre. Au Niveau 1, on suppose que les stocks de carbone après conversion sont nuls.

ÉQUATION 3.5.6
VARIATION ANNUELLE DES STOCKS DE CARBONE DE LA BIOMASSE VIVANTE DES TERRES
CONVERTIES EN TERRES INONDÉES

$$\Delta C_{TZinond_{BV}} = [\sum S_i \bullet (B_{Après} - B_{Avant})_i] \bullet FC$$

Où : $\Delta C_{TZinond_{BV}}$ = variation annuelle des stocks de carbone de la biomasse vivante des terres converties en terres inondées, tonnes C an⁻¹

S_i = superficie des terres converties annuellement en terres inondées depuis l'utilisation initiale i , ha an⁻¹

B_{Avant} = biomasse vivante des terres immédiatement avant la conversion en terres inondées, tonnes m.s. ha⁻¹

$B_{Après}$ = biomasse vivante immédiatement après la conversion en terres inondées, tonnes m.s. ha⁻¹ (valeur par défaut = 0)

FC = fraction de carbone de la matière sèche (valeur par défaut = 0,5), tonnes C (tonnes m.s.)⁻¹

En réalité, le carbone présent dans les terres avant l'inondation peut être émis pendant plusieurs années après l'inondation. Au Niveau 2, ces émissions peuvent être modélisées. Les pays devront développer des facteurs d'émissions spécifiques au pays et peuvent se référer à la discussion sur les émissions permanentes par les terres inondées restant terres inondées à l'Appendice 3a.3 pour obtenir des recommandations générales sur la mise en œuvre d'une telle méthode.

A ce stade, il n'est pas proposé de recommandations sur les variations des stocks de carbone des sols résultant des conversions en terres inondées. Les émissions de gaz sans CO₂ par les terres converties en terres inondées sont couvertes à l'Appendice 3a.3.

3.5.3 Exhaustivité

Une estimation complète des émissions par les terres converties en zones humides devra inclure toutes les terres converties à des fins d'extraction de tourbe ou en terres inondées. Pour les sols organiques gérés à des fins d'extraction de tourbe, un inventaire complet devra couvrir toutes les terres converties en tourbières industrielles. Il devra être en accord avec un inventaire complet de toutes les tourbières industrielles, y compris des anciennes zones d'extraction de tourbe dans lesquelles le drainage est toujours actif et les superficies drainées en prévision d'une future extraction de la tourbe, mais sans inclure les superficies qui reviennent à l'état de zones humides.

3.5.4 Établissement de séries temporelles cohérentes

Des recommandations générales sur la cohérence des séries temporelles figurent à la Section 5.6 (Cohérence des séries temporelles et recalculs). La méthode d'estimation des émissions devra être appliquée avec cohérence à

chaque année de la série temporelle, au même niveau de sub-division. De plus, lors de l'utilisation de données spécifiques au pays, l'organisme chargé de l'inventaire national devra utiliser le même protocole de mesures (stratégie d'échantillonnage, méthode, etc.) dans le temps, en observant les recommandations de la Section 5.3, Échantillonnage. S'il n'est pas possible d'utiliser la même méthode ou le même protocole de mesures pour toute la série temporelle, on devra suivre les recommandations sur les recalculs figurant au Chapitre 5.

La superficie des sols organiques convertis à des fins d'extraction de tourbe devra peut-être être interpolée à des séries temporelles plus longues ou à des tendances. Dans ce cas, on devra effectuer des vérifications de la cohérence (en contactant des entreprises spécialisées dans l'extraction de la tourbe) pour collecter des données temporelles sur les superficies qui ont été ou qui seront affectées par l'extraction de tourbe. Toute différence interannuelle des émissions des gaz à effet de serre devra être expliquée, en démontrant, par exemple, l'existence de variations des superficies des tourbières industrielles, ou en utilisant des facteurs d'émissions mis à jour.

3.5.5 Notification et documentation

Il convient de documenter et d'archiver toutes les informations requises pour le calcul des estimations de l'inventaire national des émissions/absorptions, comme indiqué au Chapitre 5 du présent rapport, sous réserve des points spécifiques suivants. Les émissions par les terres converties à des fins d'extraction de tourbe ou pour inondation ne sont pas mentionnées explicitement dans les *Lignes directrices du GIEC*. Elles peuvent être notifiées à l'aide des tableaux de notification à l'Appendice 3A.2.

Facteurs d'émissions : En raison du très petit nombre de données publiées, on décrira et documentera complètement la base scientifique des nouveaux calculs des facteurs d'émissions, des paramètres et des modèles. Ceci inclut la définition des paramètres d'entrées et la description du processus d'obtention des facteurs d'émissions, paramètres et modèles, ainsi que l'indication des sources d'incertitude.

Données d'activités : Les sources de toutes les données d'activités utilisées dans les calculs (sources de données, bases de données et références des cartes des sols) devront être documentées, ainsi que (sous réserve des clauses de confidentialité) les communications avec les entreprises spécialisées dans l'extraction de la tourbe. Cette documentation devra couvrir la fréquence de la collecte et de l'estimation des données, et des estimations de l'exactitude et de la précision, ainsi que les raisons de toute variation significative des niveaux d'émissions.

Résultats des émissions : Des fluctuations interannuelles significatives des émissions devront être expliquées. On devra distinguer entre des variations interannuelles des niveaux d'activités et des variations des facteurs d'émissions, paramètres et méthodes, et les raisons de ces variations devront être documentées. Si on utilise des facteurs d'émissions, paramètres et méthodes différents pour des années différentes, les raisons devront être expliquées et documentées.

3.5.6 Assurance de la qualité/Contrôle de la qualité (AQ/CQ) de l'inventaire

Il convient de mettre en œuvre des procédures d'assurance de la qualité/contrôle de la qualité (AQ/CQ) comme indiqué au Chapitre 5 (Section 5.5) du présent rapport, et de soumettre les estimations d'émissions à l'examen d'experts. Étant donné le peu de données disponibles, ces examens devront être effectués régulièrement afin d'intégrer les conclusions des nouvelles recherches scientifiques. Des contrôles de la qualité supplémentaires, comme indiqué dans les procédures de Niveau 2 au Chapitre 8, AQ/CQ, de *GPG2000*, et des procédures d'assurance de la qualité peuvent aussi être utiles, en particulier si les émissions par cette catégorie ont été quantifiées avec des méthodes de niveau supérieur. Dans le cas de l'utilisation de facteurs d'émissions spécifiques au pays, ceux-ci devront être basés sur des données expérimentales de qualité, obtenues à l'aide d'un programme de mesures conforme aux *bonnes pratiques* et documenté correctement.

A l'heure actuelle, il n'est pas possible d'effectuer des contre-vérifications des estimations d'émissions par les sols organiques gérés à des fins d'extraction de tourbe à l'aide d'autres méthodes de mesure. Toutefois, les organismes chargés des inventaires devront veiller à ce que les estimations fassent l'objet d'un contrôle de la qualité par :

- Contre-vérifications pour les facteurs d'émissions spécifiques au pays par rapport à des valeurs par défaut et des données d'autres pays ; et
- Vérifications de la plausibilité par contre-vérification des superficies des sols organiques gérés à des fins d'extraction de tourbe par rapport à des données sur l'industrie et la production de tourbe.

3.6 ÉTABLISSEMENTS

Cette catégorie d'utilisation des terres décrite au Chapitre 2, désigne une catégorie qui inclue toutes les terres développées, y compris l'infrastructure des transports et les établissements humains de toutes tailles, sauf si elles sont déjà incluses dans d'autres catégories d'utilisation des terres. Dans le présent chapitre, l'étude des établissements est axée sur les composants terrestres des terres développées gérées susceptibles d'influer sur les flux de CO₂ entre l'atmosphère et les bassins de carbone terrestres. Dans ce contexte, « Établissements » inclut toutes les catégories de formations arborées urbaines, à savoir, les arbres dans les rues, les jardins publics et privés, et les parcs de tous types, à condition que ces arbres soient associés fonctionnellement ou administrativement à des villes, villages, etc. La matière organique morte et les bassins de carbone des sols peuvent aussi être des sources ou des puits de CO₂ dans les établissements, et des émissions de CH₄ et N₂O peuvent résulter des pratiques de gestion des terres urbaines ; cependant, on dispose de peu d'informations sur le rôle et l'étendue de ces bassins au niveau de l'ensemble des flux de gaz à effet de serre. C'est pour cela que les discussions méthodologiques portent essentiellement sur la sous-catégorie des variations des stocks de carbone de la biomasse vivante, qui a fait l'objet de recherches (Nowak 1996, 2002).

L'estimation de la variation des stocks de carbone de la biomasse vivante dans les « établissements » est divisée en deux parties : « Établissements restant établissements (EE) » et « Terres converties en établissements (TE) ». La deuxième partie peut être un composant important des estimations nationales sur le déboisement (ou d'autres conversions des terres importantes pour le pays). Des recommandations succinctes sont donc présentées ci-dessous sur l'estimation de la variation des stocks de carbone résultant de la conversion des terres forestières en établissements. Seule la biomasse vivante est examinée dans la présente section.

3.6.1 Établissements restant établissements

Une méthodologie de base pour l'estimation des émissions et absorptions de CO₂ par les établissements restant établissements est décrite à l'Appendice 3a.4 étant donné que les méthodes et les données par défaut disponibles pour cette conversion des terres sont préliminaires. Les pays qui possèdent des données sur le bois mort, le carbone des sols et les gaz sans CO₂ dans les établissements sont invités à les inclure dans les notifications d'estimations.

3.6.2 Terres converties en établissements

ÉQUATION 3.6.1
VARIATION ANNUELLE DES STOCKS DE CARBONE DE LA BIOMASSE VIVANTE DES TERRES FORESTIÈRES CONVERTIES EN ÉTABLISSEMENTS (FE)

$$\Delta C_{FE_{BV}} = S \bullet (C_{Après} - C_{Avant})$$

Où : $\Delta C_{FE_{BV}}$ = variation annuelle des stocks de carbone de la biomasse vivante résultant de la conversion des terres forestières en établissements, tonnes C an⁻¹

S = superficie des terres forestières converties annuellement en établissements, ha an⁻¹

$C_{Après}$ = stocks de carbone de la biomasse vivante immédiatement après conversion en établissement, tonnes C ha⁻¹

C_{Avant} = stocks de carbone de la biomasse vivante des terres forestières immédiatement avant conversion en établissements, tonnes C ha⁻¹

Cette méthode est conforme à la méthodologie des *Lignes directrices du GIEC* (Section 5.2.3, Conversion des forêts et prairies) dans laquelle on calcule la quantité de biomasse aérienne vivante défrichée pour l'expansion des établissements en multipliant la superficie de forêts converties annuellement en établissements par la différence des stocks de carbone de la biomasse des forêts avant conversion (C_{Avant}) et celle des établissements après conversion ($C_{Après}$). Les méthodes par niveaux pour l'estimation de la variation des stocks de carbone de la biomasse vivante décrites aux Sections 3.2.2, 3.3.2 et 3.4.2 s'appliquent également aux établissements. Une estimation de Niveau 1 fait appel à des hypothèses et des valeurs par défaut pour les stocks de carbone. Au Niveau 2, des valeurs spécifiques au pays pour les stocks de carbone sont appliquées aux données d'activités sub-divisées à des échelles appropriées. Au Niveau 3, les pays utilisent des méthodes d'estimations améliorées qui peuvent faire appel à des modèles complexes et des données d'activités extrêmement sub-divisées.

Selon les hypothèses par défaut pour une estimation de Niveau 1 de la variation des stocks de carbone de la biomasse vivante des terres converties en établissements, toute la biomasse vivante présente avant la conversion en établissements sera perdue pendant l'année de la conversion, et les stocks de carbone de la biomasse vivante après conversion ($C_{\text{Après}}$) seront nuls. Les pays devront estimer la superficie de terres forestières converties en établissements, par grands types de forêts, et utiliser des valeurs par défaut pour les stocks de carbone indiqués aux Tableaux 3A.1.2 et 3A.1.3 pour estimer les stocks de carbone de la biomasse vivante avant la conversion (C_{Avant}) pour chaque type de forêt initial.

Il y aura aussi des émissions de gaz sans CO_2 (CH_4 et N_2O) dans le cas de l'utilisation de feux pour le défrichage. Les pays peuvent choisir d'estimer les émissions sans CO_2 résultant du brûlage lorsque celui-ci est utilisé pour le défrichage en vue du développement d'établissements. La méthode de base pour l'estimation des émissions sans CO_2 résultant des feux est décrite à la Section 3.2.1.4.

3.7 AUTRES TERRES

Comme indiqué dans la définition de cette catégorie au Chapitre 2 du présent rapport, « Autres terres » inclut les sols dénudés, les roches, les glaces et toutes les superficies terrestres non gérées qui ne figurent pas dans une des cinq autres catégories examinées aux Sections 3.2 à 3.6. L'inclusion de cette catégorie d'utilisation des terres permet, dans la mesure de la disponibilité des données, de vérifier que le total des superficies terrestres identifiées correspond à la superficie nationale. Conformément aux recommandations des *Lignes directrices du GIEC*, il n'est pas nécessaire d'estimer les variations des stocks de carbone et des émissions et absorptions de gaz sans CO₂ pour la catégorie « Autres terres restant autres terres (AA) », car on suppose que, normalement, elles ne sont pas gérées. Il n'est pas possible à ce stade de présenter des recommandations pour les « Autres terres » gérées. Cependant, « Autres terres » est inclus, afin de permettre la vérification de la cohérence générale des superficies terrestres et le suivi des conversions d'autres types de terres, car de nombreuses méthodes nécessitent des valeurs des stocks de carbone associés. Il est particulièrement important d'inclure des informations complètes sur les terres forestières converties en autres types d'utilisation des terres, y compris « Autres terres », conformément aux prescriptions présentées aux Chapitres 4 et 5.

3.7.1 Autres terres restant Autres terres

Comme indiqué précédemment, les variations des stocks de carbone et des émissions et absorptions de gaz sans CO₂ ne sont pas examinées pour cette catégorie.

3.7.2 Terres converties en Autres terres

Bien que ceci soit très rare, des terres sont quelquefois converties en « Autres terres », par exemple, à la suite d'un déboisement suivi de dégradation. Cette conversion des terres, résultant d'une activité humaine ou d'un facteur naturel déterminant affectant des terres gérées, requiert le calcul des émissions de CO₂ car la conversion libère le carbone séquestré dans les sols, et les émissions et/ou absorptions dues aux activités de gestion cessent. Les émissions par des terres converties en terres dénudées à la suite du développement d'établissements devront être incluses dans la catégorie « Établissements » (Voir Section 3.6.2, Terres converties en Établissements).

Les *bonnes pratiques* consistent à estimer la variation des stocks de carbone associée à la conversion en un autre type de terres de tous les types de terres gérées. La Figure 3.1.2 représente le diagramme décisionnel qui peut être utilisé pour identifier le niveau méthodologique approprié pour les terres converties en « Autres terres ».

L'Équation 3.7.1 est l'équation récapitulative pour la variation des stocks de carbone des terres converties en « Autres terres » (TA).

<p>ÉQUATION 3.7.1</p> <p>VARIATION ANNUELLE DES STOCKS DE CARBONE DES TERRES CONVERTIES EN « AUTRES TERRES »</p> $\Delta C_{TA} = \Delta C_{TA_{BV}} + \Delta C_{TA_{Sols}}$

Où : ΔC_{TA} = variation annuelle des stocks de carbone des terres converties en « Autres terres », tonnes C an⁻¹

$\Delta C_{TA_{BV}}$ = variation annuelle des stocks de carbone de la biomasse vivante des terres converties en « Autres terres », tonnes C an⁻¹

$\Delta C_{TA_{Sols}}$ = variation annuelle des stocks de carbone des sols des terres converties en « Autres terres », tonnes C an⁻¹

3.7.2.1 VARIATION DES STOCKS DE CARBONE DE LA BIOMASSE VIVANTE

La présente section contient des *recommandations en matière de bonnes pratiques* pour le calcul de la variation des stocks de carbone de la biomasse vivante résultant de la conversion en « Autres terres » de terres à l'état naturel ou dans d'autres catégories d'utilisation des terres. La méthode fait appel à l'estimation du carbone de la biomasse vivante avant la conversion, basée sur des superficies de terres converties pendant la période entre des enquêtes sur les utilisations des terres. Suite à une conversion en « Autres terres », on suppose que la végétation dominante a été complètement éliminée, et qu'il n'y a donc plus de carbone dans la biomasse vivante après la conversion. La différence entre les bassins de carbone initiaux et finals de la biomasse vivante permet de calculer la variation des stocks de carbone résultant de la conversion. Les accumulations et pertes dans la biomasse vivante des « Autres terres » au cours des années suivantes ne sont pas prises en compte (voir Section 3.7.1).

3.7.2.1.1 QUESTIONS METHODOLOGIQUES

3.7.2.1.1.1 Choix de la méthode

L'Équation 3.7.2 récapitule l'estimation de la variation des stocks de carbone de la biomasse vivante des terres converties en « Autres terres ». On estime que la variation moyenne des stocks de carbone sur la base de la superficie est égale à la variation des stocks de carbone due à l'élimination de la biomasse vivante par l'utilisation des terres initiale. Étant donné la définition des « Autres terres », on suppose par défaut que les stocks de carbone après la conversion sont nuls.

<p>ÉQUATION 3.7.2</p> <p>VARIATION ANNUELLE DES STOCKS DE CARBONE DE LA BIOMASSE VIVANTE DES TERRES CONVERTIES EN « AUTRES TERRES »</p> $\Delta C_{TA_{BV}} = S_{Conversion} \bullet (B_{Après} - B_{Avant}) \bullet FC$

Où : $\Delta C_{TA_{BV}}$ = variation annuelle des stocks de carbone de la biomasse vivante des terres converties en « Autres terres », tonnes C an⁻¹

$S_{Conversion}$ = superficie des terres converties annuellement en « Autres terres » à partir d'une utilisation des terres initiale, ha an⁻¹

$B_{Après}$ = quantité de biomasse vivante immédiatement après la conversion en « Autres terres », tonnes m.s. ha⁻¹

B_{Avant} = quantité de biomasse vivante immédiatement avant la conversion en « Autres terres », tonnes m.s. ha⁻¹

FC = fraction de carbone de la matière sèche (valeur par défaut = 0,5), tonnes C (tonnes m.s.)⁻¹

Niveau 1 : Une méthode de Niveau 1 est conforme à la méthodologie présentée dans les *Lignes directrices du GIEC*, Section 5.2.3 (Conversion des forêts et des prairies) selon laquelle on estime la quantité de biomasse aérienne éliminée en multipliant la superficie des forêts converties annuellement en « Autres terres » par la teneur annuelle moyenne en carbone de la biomasse des terres avant la conversion. On suppose que la totalité de la biomasse est éliminée pendant l'année de la conversion. Le calcul de Niveau 1 utilise l'hypothèse par défaut selon laquelle la totalité du carbone de la biomasse est émise dans l'atmosphère par le biais de la décomposition sur site ou hors site.

Niveau 2 : On peut utiliser une méthode de Niveau 2 si on dispose de données spécifiques au pays sur les stocks de carbone associés aux utilisations des terres initiales. A ce niveau, on peut également attribuer les émissions de carbone à des processus de conversion spécifiques, tels que le brûlage ou les récoltes, ce qui permet d'estimer plus exactement les émissions de gaz sans CO₂. (Voir Section 3.2.1.4 pour la méthode de base pour l'estimation des gaz à effet de serre sans CO₂ résultant de la combustion de la biomasse.) Une partie de la biomasse éliminée est quelquefois utilisée comme produits ligneux ou comme bois de feu. Pour ce qui est des produits ligneux, les pays peuvent appliquer l'hypothèse par défaut selon laquelle le carbone des produits ligneux est oxydé pendant l'année de l'élimination de la biomasse. Les pays peuvent aussi se reporter à l'Appendice 3a.1 qui décrit des techniques d'estimation pour le stockage du carbone dans les produits ligneux récoltés.

Niveau 3 : La méthode de Niveau 3 est semblable à celle de Niveau 2 mais nécessite des données/informations plus détaillées, par exemple :

- Des superficies réelles converties annuellement sont utilisées pour les terres forestières converties en « Autres terres » ;
- Les densités du carbone et la variation des stocks de carbone des sols s'appuient sur des données spécifiques localement, avec, quelquefois, un lien dynamique entre la biomasse et les sols ; et
- Les volumes de biomasse éliminée sont basés sur des inventaires réels et/ou des estimations de modèles.

3.7.2.1.1.2 Choix de facteurs d'émissions/d'absorptions

Niveau 1 : Des paramètres par défaut sont fournis dans les *Lignes directrices du GIEC* et dans le présent rapport pour permettre aux pays qui n'ont que peu de données d'estimer les émissions et absorptions par cette source. La méthode requiert l'estimation des stocks de carbone pour l'utilisation initiale avant la conversion (C_{Avant}) et suppose que les stocks de carbone après la conversion ($C_{Après}$) sont nuls. Les Tableaux 5-4 à 5-6 des *Lignes directrices du GIEC*, le Tableau 3A.1.7 (Accroissement moyen annuel du volume aérien pour les plantations par espèces) et le Tableau 3A.1.8 (Rapport moyen biomasse souterraine/aérienne avec régénération naturelle par grandes catégories) du présent rapport, permettent d'estimer les stocks de carbone avant la conversion pour les terres forestières. Des recommandations à la Section 3.3.2 ou 3.4.2 s'appliquent aux terres qui étaient initialement des terres cultivées ou des prairies.

Niveau 2 : Les valeurs par défaut des stocks de carbone indiquées ci-dessus peuvent être appliquées à certains paramètres à ce niveau méthodologique. Cependant, certaines données spécifiques au pays seront nécessaires, et peuvent être obtenues, par exemple, par des études systématiques des stocks de carbone pour les forêts initiales et d'autres types de terres. Des paramètres par défaut pour les émissions imputables à la combustion de la biomasse

figurent à la Section 3.2.1.4. Les organismes chargés des inventaires sont toutefois invités à établir des coefficients spécifiques au pays pour améliorer l'exactitude des estimations. La valeur par défaut pour la fraction de la biomasse oxydée à la suite du brûlage est de 0,9, comme indiqué initialement dans les *Lignes directrices du GIEC*.

Niveau 3 : Au Niveau 3, tous les paramètres devront être spécifiques au pays et plus exacts que les valeurs par défaut.

3.7.2.1.1.3 Choix des données d'activités

Des estimations des superficies converties en « Autres terres », à une échelle temporelle cohérente par rapport à des enquêtes sur les utilisations des terres, sont nécessaires à tous les niveaux. Les calculs de la variation des stocks de carbone des terres converties en « Autres terres » devront utiliser les mêmes estimations globales des superficies pour la biomasse et les sols. Comme décrit ci-dessous, des données de superficies plus spécifiques seront requises aux niveaux supérieurs.

Niveau 1 : A ce niveau, on doit utiliser des données d'activités sur les superficies des terres converties en « Autres terres ». En l'absence de ces données, les pays pourront extrapoler des exemples partiels à la base terrestre complète, ou extrapoler des estimations historiques de conversions, sur la base de l'opinion d'experts.

Niveau 2 : Au Niveau 2, les organismes chargés des inventaires devront s'efforcer d'utiliser des estimations de superficies réelles pour les conversions en « Autres terres ». Une couverture complète des superficies terrestres peut être obtenue par l'analyse d'images sur l'utilisation des terres et les types de couverture terrestre, télédéteçtées périodiquement, ou par des systèmes d'inventaires hybrides.

Niveau 3 : Les données d'activités pour les calculs à ce niveau devront refléter complètement toutes les conversions en « Autres terres » et devront être sub-divisées pour expliquer des contextes différents au sein d'un pays. Cette sub-division peut être politique (région, province, etc.), liée au biome, au climat ou à une combinaison de ces paramètres. Bien souvent, les pays disposent d'informations sur les tendances sur plusieurs années en ce qui concerne la conversion des terres (provenant d'inventaires d'utilisation des terres et de la couverture terrestre établis à partir d'échantillons périodiques ou de données télédéteçtées).

3.7.2.1.1.4 Évaluation de l'incertitude

Niveau 1 : Les sources d'incertitude à ce niveau méthodologique sont liées à l'utilisation de moyennes globales ou nationales pour les stocks de carbone des terres forestières ou autres utilisations des terres avant la conversion, et d'estimations grossières des superficies converties en « Autres terres ». La plupart des valeurs par défaut à ce niveau n'ont pas de plages d'erreur correspondantes associées. On a donc supposé un niveau d'incertitude par défaut de +/- 75 pour cent pour les estimations des émissions ou absorptions de CO₂, basé sur l'opinion d'experts.

Niveau 2 : Des estimations de superficies réelles pour les terres converties en « Autres terres » permettront une comptabilisation plus transparente et la possibilité pour les experts d'identifier l'omission et le double comptage des superficies. La méthodologie de Niveau 2 utilise un certain nombre de valeurs spécifiques au pays qui amélioreront l'exactitude des estimations, à condition qu'elles soient plus représentatives des conditions propres au pays. Lors de l'établissement de valeurs spécifiques au pays, les organismes chargés des inventaires devront utiliser des tailles d'échantillons et des techniques appropriées pour limiter les erreurs types. On peut établir des fonctions de densité de probabilité (donnant des estimations de moyenne et variance) pour tous les paramètres spécifiques au pays. Ces données peuvent être utilisées pour des analyses évoluées de l'incertitude, telles que les simulations Monte-Carlo. Voir le Chapitre 5 du présent rapport pour des recommandations sur la mise en œuvre de ces analyses. Au minimum, les méthodologies de Niveau 2 devront fournir des plages d'erreur pour chaque paramètre défini par le pays.

Niveau 3 : Les données d'activités devront permettre d'attribuer des estimations d'incertitude aux superficies associées aux conversions des terres. On peut combiner les facteurs d'émissions/d'absorptions et les données d'activités et leurs incertitudes associées à des analyses Monte-Carlo pour estimer les moyennes et les intervalles de confiance pour l'ensemble de l'inventaire.

3.7.2.2 VARIATION DES STOCKS DE CARBONE DES SOLS

La conversion en « Autres terres », en particulier en sols dénudés, peut entraîner la libération du carbone séquestré dans les sols. Dans le cas des terres converties en « Autres terres », les organismes chargés des inventaires devront estimer les variations des stocks de carbone des sols minéraux pendant les utilisations initiales. Dans de nombreux cas, on peut supposer que les stocks de carbone restant dans les sols minéraux des « Autres terres » sont nuls. On suppose aussi que la variation des stocks de carbone des sols organiques n'est pas pertinente dans le cadre de la présente section.

3.7.2.2.1 QUESTIONS METHODOLOGIQUES

3.7.2.2.1.1 Choix de la méthode

La méthode d'estimation pour les sols minéraux est basée sur la variation des stocks de carbone des sols pour une période finie, suite à des changements de gestion qui influent sur les stocks de carbone des sols, comme

indiqué dans l'Équation 3.7.3. On estime les stocks de carbone des sols antérieurs ($COS_{(0-T)}$) et les stocks de carbone des sols pour l'année d'inventaire (COS_0) à partir de stocks de carbone de référence (Section 3.3, Tableau 3.3.3) et de facteurs de variation des stocks (Section 3.4, Tableau 3.3.4), appliqués aux points temporels respectifs. La période par défaut entre ces deux points temporels est de vingt ans. Cette méthode est semblable à celle utilisée à la Section 3.2.2.3 (section sur le carbone des sols forestiers) mais on suppose ici que les stocks de carbone des sols pour l'année de l'inventaire sont nuls pour les terres converties en « Autres terres ».

ÉQUATION 3.7.3

VARIATION ANNUELLE DES STOCKS DE CARBONE DES SOLS MINÉRAUX DES TERRES CONVERTIES EN « AUTRES TERRES »

$$\Delta C_{TA_{\text{Minéraux}}} = [(COS_0 - COS_{(0-T)}) \bullet S] / T$$

$$COS = COS_{REF} \bullet F_{UT} \bullet F_{RG} \bullet F_A$$

Où : $\Delta C_{TA_{\text{Minéraux}}}$ = variation annuelle des stocks de carbone des sols minéraux des terres converties en « Autres terres », tonnes C an⁻¹

COS_0 = stocks de carbone des sols organiques pour l'année d'inventaire, tonnes C ha⁻¹

$COS_{(0-T)}$ = stocks de carbone des sols organiques T années avant l'inventaire, tonnes C ha⁻¹

T = échelle temporelle pour la conversion, années (la valeur par défaut est de vingt ans)

S = superficie de chaque parcelle, ha

COS_{REF} = stocks de carbone de référence, tonnes C ha⁻¹ ; voir Tableau 3.3.3

F_{UT} = facteur de variation des stocks pour le type d'utilisation des terres ou de changement d'affectation des terres, adimensionnel ; voir Tableau 3.3.4

F_{RG} = facteur de variation des stocks pour le régime de gestion, adimensionnel ; voir Tableau 3.3.4

F_A = facteur de variation des stocks pour les apports de matières organiques, adimensionnel ; voir Tableau 3.3.4

Niveau 1 : Les méthodes de Niveau 1 s'appuient sur des valeurs par défaut pour les stocks de carbone de référence des sols minéraux sous végétation naturelle (voir Tableau 3.3.3) et des estimations grossières des superficies converties en « Autres terres ». On suppose que les stocks de carbone des sols après la conversion sont nuls pour les « Autres terres » de type sols dénudés ou dégradés ou déserts.

Niveau 2 : Les méthodes de Niveau 2 utilisent des stocks de carbone de référence spécifiques au pays ou à la région et des données d'activités sur l'utilisation des terres plus sub-divisées.

Niveau 3 : La méthodologie à ce niveau peut faire appel à différents types de données plus détaillées et spécifiques au pays, et utilise des modèles et/ou des mesures, ainsi que des données extrêmement sub-divisées sur l'utilisation et la gestion des terres. Pour tous les niveaux, on suppose que les stocks de carbone des sols pour l'année d'inventaire sont nuls en raison de la conversion en « Autres terres ».

3.7.2.2.1.2 Choix des facteurs d'émissions/d'absorptions

Sols minéraux

Les variables suivantes sont requises pour l'application d'une méthode de Niveau 1 ou 2 :

Stocks de carbone de référence (COS_{REF})

Niveau 1 : Au Niveau 1, les *bonnes pratiques* consistent à utiliser les valeurs par défaut des stocks de carbone de référence (COS_{REF}) figurant au Tableau 3.3.3.

Niveau 2 : Pour une méthode de Niveau 2, on peut estimer les stocks de carbone de référence par des mesures des sols, par exemple, dans le cadre d'activités de relevés des sols et de cartographie du pays.

Facteurs de variation des stocks (F_{UT} , F_{RG} , F_A)

Niveau 1 : A ce niveau, conformément aux *bonnes pratiques*, on utilisera les facteurs de variation des stocks par défaut (F_{UT} , F_{RG} , F_A) présentés au Tableau 3.3.4. Ces facteurs ont été mis à jour par rapport à ceux des *Lignes directrices du GIEC*, après analyse statistique de publications scientifiques. On notera que dans le cas de conversions en « Autres terres », tous les facteurs de variation des stocks ont une valeur de un, de sorte que les stocks de carbone des sols avant la conversion sont égaux aux valeurs de référence pour la végétation naturelle (COS_{Ref}).

Niveau 2 : Avec la méthodologie de Niveau 2, en général, l'estimation des facteurs de variation des stocks de carbone spécifiques au pays des terres converties en « Autres terres » sera basée sur des comparaisons de parcelles appariées représentant des terres converties et non converties, où tous les facteurs autres que l'historique de l'utilisation des terres sont les plus similaires possible (Davidson et Ackermann, 1992).

3.7.2.2.1.3 Choix des données d'activités

Conformément aux *bonnes pratiques*, les organismes chargés des inventaires devront utiliser les mêmes estimations de superficies pour les terres converties en « Autres terres » pour l'estimation des variations des stocks de carbone de la biomasse vivante et des sols. Certaines questions générales concernant les données d'activités sont examinées à la Section 3.7.2.1.1.3. Pour ce qui est de l'estimation de la variation des stocks de carbone des sols, on devra sub-diviser les estimations des conversions en « Autres terres » par grands types de sols, correspondant aux définitions pour le Niveau 1, ou par sub-divisions spécifiques au pays si on utilise des méthodes de Niveau 2 ou 3. Ceci peut être basé sur des recouvrements par cartes des sols appropriées et des données spatialement explicites sur l'emplacement des terres converties.

3.7.2.2.1.4 Évaluation de l'incertitude

Les sources d'incertitude à ce niveau méthodologique sont liées à l'utilisation de taux de conversion moyens globaux ou nationaux et d'estimations grossières des superficies converties en « Autres terres ». Par ailleurs, l'emploi de paramètres par défaut pour les stocks de carbone au début et à la fin de la période étudiée est un facteur contribuant à l'incertitude relativement élevée des estimations. Les valeurs par défaut utilisées ont des plages d'erreur correspondantes associées et les valeurs sont incluses dans des tableaux des valeurs par défaut.

L'emploi d'estimations de superficies réelles plutôt que de taux de conversion moyens améliorera l'exactitude des estimations. De plus, le suivi de chaque superficie pour toutes les conversions possibles permettra une comptabilisation plus transparente, ainsi que l'identification par des experts des omissions et du double comptage.

3.7.3 Exhaustivité

La superficie totale des « Autres terres » couvertes par la méthodologie de l'inventaire est la somme des « Autres terres » restant « Autres terres » et des terres converties en « Autres terres » pendant la période étudiée. Les organismes chargés des inventaires sont invités à suivre temporellement la superficie totale des terres classées « Autres terres » dans les limites territoriales nationales, et à documenter avec transparence les fractions utilisées pour estimer la variation des stocks de carbone. Comme indiqué au Chapitre 2, toutes les superficies, y compris celles non couvertes par l'inventaire des gaz à effet de serre, devront être incluses dans les vérifications de la cohérence afin de prévenir le risque de double comptage ou d'omission. Les superficies dans la catégorie « Autres terres », une fois ajoutées aux estimations de superficies pour « Autres terres », permettront une évaluation complète de la base terrestre incluse dans un rapport d'inventaire national pour le secteur UTCATF.

3.7.4 Établissement de séries temporelles cohérentes

Conformément aux *bonnes pratiques*, on documentera les données des superficies dans la catégorie « Autres terres » utilisées dans les rapports d'inventaire dans le temps. Ces données devront suivre la superficie totale dans la catégorie « Autres terres » incluse dans l'inventaire, sub-divisée en « Autres terres restant Autres terres » et « Terres converties en Autres terres ».

3.7.5 Notification et documentation

Les catégories décrites dans la présente section peuvent être notifiées à l'aide des tableaux de notification à l'Appendice 3A.2. Conformément aux *bonnes pratiques*, toutes les données utilisées pour le calcul des estimations de l'inventaire national seront documentées et archivées. Les sources de métadonnées et données pour l'estimation des paramètres spécifiques au pays devront être documentées, et on indiquera la moyenne et la variance. Les bases de données et les procédures utilisées pour le traitement des données (programmes statistiques, etc.) pour l'estimation des facteurs spécifiques au pays devront être archivées. Les données d'activités et les définitions utilisées pour sub-diviser ou regrouper les données d'activités devront être documentées et archivées.

3.7.6 Assurance de la qualité/Contrôle de la qualité (AQ/CQ) de l'inventaire

Les *bonnes pratiques* consistent à effectuer des contrôles de la qualité et des examens par des experts externes pour les estimations et données d'inventaires. On prêtera particulièrement attention aux estimations spécifiques au pays des variations des stocks et facteurs d'émissions pour vérifier qu'elles s'appuient sur des données de qualité et sur l'opinion vérifiable d'experts.

Appendice 3A.1 Tableaux de valeurs par défaut pour la biomasse pour la Section 3.2, Terres forestières

Table des matières

Où utiliser les Tableaux	3.152
Tableau 3A.1.1 Variation de la superficie des forêts	3.153
Tableau 3A.1.2 Stocks de biomasse aérienne des forêts régénérées naturellement, par grandes catégories	3.157
Tableau 3A.1.3 Stocks de biomasse aérienne des forêts de plantations, par grandes catégories	3.158
Tableau 3A.1.4 Volume de stocks sur pied moyens (1) et de biomasse aérienne (2) (matière sèche) des forêts en 2000.....	3.159
Tableau 3A.1.5 Accroissement annuel moyen de la biomasse aérienne régénérée naturellement, par grandes catégories	3.163
Tableau 3A.1.6 Accroissement annuel moyen de la biomasse aérienne des plantations, par grandes catégories	3.164
Tableau 3A.1.7 Accroissement annuel net de la biomasse aérienne en volume, dans les plantations, par espèces	3.167
Tableau 3A.1.8 Rapport moyen biomasse souterraine/aérienne (rapport système racinaire/ système foliacé, R), régénérée naturellement, par grandes catégories	3.168
Tableau 3A.1.9-1 Densités ligneuses de base du bois de fût pour espèces boréales et tempérées	3.171
Tableau 3A.1.9-2 Densités ligneuses de base (D) du bois de fût pour espèces arborées tropicales	3.172
Tableau 3A.1.10 Valeurs par défaut pour les facteurs d'expansion de la biomasse (FEB).....	3.178
Tableau 3A.1.11 Valeurs par défaut pour la fraction de la récolte totale laissée se décomposer dans la forêt, f_{BL}	3.178
Tableau 3A.1.12 Valeurs des facteurs de combustion (proportion de biomasse présente avant le feu consumée) pour des feux de divers types de végétation	3.179
Tableau 3A.1.13 Valeurs de consommation de la biomasse pour des feux de divers types de végétation	3.180
Tableau 3A.1.14 Rendement de combustion (proportion du combustible disponible brûlé) pertinent pour des feux de défrichage, et des feux de rémanents d'abattages intensifs, pour divers types de végétation et de conditions de brûlage	3.184
Tableau 3A.1.15 Rapports d'émissions pour le brûlage à l'air libre de forêts défrichées	3.185
Tableau 3A.1.16 Facteurs d'émissions applicables aux combustibles brûlés, pour divers types de feux de végétation	3.185

Où utiliser les Tableaux

Tableau	Application
Tableau 3A.1.1 Variation de la superficie des forêts	A utiliser pour la vérification de « S » dans l'Equation 3.2.4
Tableau 3A.1.2 Stocks de biomasse aérienne des forêts régénérées naturellement, par grandes catégories	A utiliser pour B_w dans l'Equation 3.2.9, pour $T_{conversion}$ dans l'Equation 3.3.8 dans la section Terres cultivées et pour $T_{conversion}$ dans l'Equation 3.4.13 dans la section Prairies, etc. Ne pas utiliser pour C_{t_2} ou C_{t_1} dans l'Equation 3.2.3 de la section Terres forestières.
Tableau 3A.1.3 Stocks de biomasse aérienne des forêts de plantations, par grandes catégories	A utiliser pour B_w dans l'Equation 3.2.9, pour $T_{conversion}$ dans l'Equation 3.3.8 dans la section Terres cultivées et pour $T_{conversion}$ dans l'Equation 3.4.13 dans la section Prairies, etc. Ne pas utiliser pour C_{t_2} ou C_{t_1} dans l'Equation 3.2.3 de la section Terres forestières.
Tableau 3A.1.4 Volume de stocks sur pied moyens (1) et de biomasse aérienne (2) (matière sèche) des forêts en 2000	(1) A utiliser pour V dans l'Equation 3.2.3. (2) A utiliser pour B_w dans l'Equation 3.2.9, pour $T_{conversion}$ dans l'Equation 3.3.8 dans la section Terres cultivées et pour $T_{conversion}$ dans l'Equation 3.4.13 dans la section Prairies, etc. Ne pas utiliser pour C_{t_2} ou C_{t_1} dans l'Equation 3.2.3 de la section Terres forestières.
Tableau 3A.1.5 Accroissement annuel moyen de la biomasse aérienne régénérée naturellement, par grandes catégories	A utiliser pour A_A dans l'Equation 3.2.5
Tableau 3A.1.6 Accroissement annuel moyen de la biomasse aérienne des plantations, par grandes catégories	A utiliser pour A_A dans l'Equation 3.2.5. Dans le cas de valeurs manquantes, il est préférable d'utiliser des données d'accroissement du volume du bois de fût A_v du Tableau 3A.1.7
Tableau 3A.1.7 Accroissement annuel net de la biomasse aérienne en volume, dans les plantations, par espèces	A utiliser pour A_v dans l'Equation 3.2.5
Tableau 3A.1.8 Rapport moyen biomasse souterraine/aérienne (rapport système racinaire/système foliacé, R), régénérée naturellement, par grandes catégories	A utiliser pour R dans l'Equation 3.2.5
Tableau 3A.1.9 –1 Densités ligneuses de base du bois de fût pour espèces boréales et tempérées	A utiliser pour D dans les Equations 3.2.3., 3.2.5, 3.2.7, 3.2.8
Tableau 3A.1.9-2 Densités ligneuses de base (D) du bois de fût pour espèces arborées tropicales	A utiliser pour D dans les Equations 3.2.3., 3.2.5, 3.2.7, 3.2.8
Tableau 3A.1.10 Valeurs par défaut pour les facteurs d'expansion de la biomasse (FEB)	FEB ₂ à utiliser avec les données d'accroissement de la biomasse dans l'Equation 3.2.3; et FEB ₁ à utiliser avec les données d'accroissement dans l'Equation 3.2.5
Tableau 3A.1.11 Valeurs par défaut pour la fraction de la récolte totale laissée se décomposer dans la forêt	A utiliser uniquement pour f_{BL} dans l'Equation 3.2.7
Tableau 3A.1.12 Valeurs des facteurs de combustion (proportion de biomasse présente avant le feu consommée) pour des feux de divers types de végétation	Les valeurs dans la colonne « moyenne » doivent être utilisées pour $(1-f_{BL})$ dans l'Equation 3.2.9. et pour $\rho_{brûlage}$ sur site dans l'Equation 3.3.10
Tableau 3A.1.13 Valeurs de consommation de la biomasse pour des feux de divers types de végétation	A utiliser dans l'Equation 3.2.9. pour la partie de l'équation : « $B_w \cdot (1 - f_{BL})$ », c'est-à-dire une quantité absolue
Tableau 3A.1.14 Rendement de combustion (proportion du combustible disponible brûlé) pertinent pour des feux de défrichage, et des feux de rémanents d'abattages intensifs, pour divers types de végétation et de conditions de brûlage	A utiliser dans les sections « Terres forestières converties en Terres cultivées », « converties en Prairies », ou « converties en Etablissements ou Autres terres »
Tableau 3A.1.15 Rapports d'émissions pour le brûlage à l'air libre de forêts défrichées	A utiliser dans l'Equation 3.2.19
Tableau 3A.1.16 Facteurs d'émissions applicables aux combustibles brûlés, pour divers types de feux de végétation	A utiliser avec l'Equation 3.2.20

TABLEAU 3A.1.1 VARIATION DE LA SUPERFICIE DES FORETS (A utiliser pour la vérification de « S » dans l'Equation 3.2.4)				
a. AFRIQUE				
Pays	Superficie totale des forêts		Changement des forêts 1990–2000	
	1990	2000	Changement annuel	Taux de changement
	000 ha	000 ha	000 ha / an	% / an
Algérie	1 879	2 145	27	1.3
Angola	70 998	69 756	-124	-0.2
Bénin	3 349	2 650	-70	-2.3
Botswana	13 611	12 427	-118	-0.9
Burkina Faso	7 241	7 089	-15	-0.2
Burundi	241	94	-15	-9.0
Cameroun	26 076	23 858	-222	-0.9
Cap Vert	35	85	5	9.3
République Centrafricaine	23 207	22 907	-30	-0.1
Tchad	13 509	12 692	-82	-0.6
Comores	12	8	n.s.	-4.3
Congo	22 235	22 060	-17	-0.1
Côte d'Ivoire	9 766	7 117	-265	-3.1
Rép. Dém. du Congo	140 531	135 207	-532	-0.4
Djibouti	6	6	n.s.	n.s.
Egypte	52	72	2	3.3
Guinée-Équatoriale	1 858	1 752	-11	-0.6
Éritrée	1 639	1 585	-5	-0.3
Éthiopie	4 996	4 593	-40	-0.8
Gabon	21 927	21 826	-10	n.s.
Gambie	436	481	4	1.0
Ghana	7 535	6 335	-120	-1.7
Guinée	7 276	6 929	-35	-0.5
Guinée-Bissau	2 403	2 187	-22	-0.9
Kenya	18 027	17 096	-93	-0.5
Lesotho	14	14	n.s.	n.s.
Liberia	4 241	3 481	-76	-2.0
Jamahiriya arabe libyenne	311	358	5	1.4
n.s. – non spécifié . Source: FRA 2000 et Document de travail 59, Programme d'évaluation mondiale des ressources forestières (FRA), Département Foresterie de la FAO, Rome 2001, 69p (www.fao.org/forestry/fo/fra/index.jsp)				

TABLEAU 3A.1.1 (SUITE) VARIATION DE LA SUPERFICIE DES FORETS (A utiliser pour la vérification de « S » dans l'Equation 3.2.4)				
a. AFRIQUE (Suite)				
Pays	Superficie totale des forêts		Changement des forêts 1990–2000	
	1990	2000	Changement annuel	Taux de changement
	000 ha	000 ha	000 ha / an	% / an
Madagascar	12 901	11 727	-117	-0.9
Malawi	3 269	2 562	-71	-2.4
Mali	14 179	13 186	-99	-0.7
Mauritanie	415	317	-10	-2.7
Maurice	17	16	n.s.	-0.6
Maroc	3 037	3 025	-1	n.s.
Mozambique	31 238	30 601	-64	-0.2
Namibie	8 774	8 040	-73	-0.9
Niger	1 945	1 328	-62	-3.7
Nigeria	17 501	13 517	-398	-2.6
Réunion	76	71	-1	-0.8
Rwanda	457	307	-15	-3.9
Sainte Héline	2	2	n.s.	n.s.
São Tomé et Príncipe	27	27	n.s.	n.s.
Sénégal	6 655	6 205	-45	-0.7
Seychelles	30	30	n.s.	n.s.
Sierra Leone	1 416	1 055	-36	-2.9
Somalie	8 284	7 515	-77	-1.0
Afrique du Sud	8 997	8 917	-8	-0.1
Soudan	71 216	61 627	-959	-1.4
Swaziland	464	522	6	1.2
Togo	719	510	-21	-3.4
Tunisie	499	510	1	0.2
Ouganda	5 103	4 190	-91	-2.0
République Unie de Tanzanie	39 724	38 811	-91	-0.2
Sahara Occ.	152	152	n.s.	n.s.
Zambie	39 755	31 246	-851	-2.4
Zimbabwe	22 239	19 040	-320	-1.5
n.s. – non spécifié . Source: FRA 2000 et Document de travail 59, Programme d'évaluation mondiale des ressources forestières (FRA), Département Foresterie de la FAO, Rome 2001, 69p (www.fao.org/forestry/fo/fra/index.jsp)				

TABLEAU 3A.1.1 (SUITE) VARIATION DE LA SUPERFICIE DES FORETS (A utiliser pour la vérification de « S » dans l'Equation 3.2.4)				
b. ASIE				
Pays	Superficie totale des forêts		Changement des forêts 1990–2000	
	1990	2000	Changement annuel	Taux de changement
	000 ha	000 ha	000 ha / an	% / an
Afghanistan	1 351	1 351	n.s.	n.s.
Arménie	309	351	4	1.3
Azerbaïdjan	964	1 094	13	1.3
Bahreïn	n.s.	n.s.	n.s.	14.9
Bangladesh	1 169	1 334	17	1.3
Bhoutan	3 016	3 016	n.s.	n.s.
Brunei Darussalam	452	442	-1	-0.2
Cambodge	9 896	9 335	-56	-0.6
Chine	145 417	163 480	1 806	1.2
Chypre	119	172	5	3.7
Rép. Dém. Pop. de Corée	8 210	8 210	n.s.	n.s.
Timor oriental	541	507	-3	-0.6
Bande de Gaza	-	-	-	-
Géorgie	2 988	2 988	n.s.	n.s.
Inde	63 732	64 113	38	0.1
Indonésie	118 110	104 986	-1 312	-1.2
Iran, Rep. Islamique	7 299	7 299	n.s.	n.s.
Irak	799	799	n.s.	n.s.
Israël	82	132	5	4.9
Japon	24 047	24 081	3	n.s.
Jordanie	86	86	n.s.	n.s.
Kazakhstan	9 758	12 148	239	2.2
Koweït	3	5	n.s.	3.5
Kirghizistan	775	1 003	23	2.6
Rép. Dém. Pop. du Laos	13 088	12 561	-53	-0.4
Liban	37	36	n.s.	-0.4
Malaysie	21 661	19 292	-237	-1.2
Maldives	1	1	n.s.	n.s.
Mongolie	11 245	10 645	-60	-0.5
Myanmar	39 588	34 419	-517	-1.4
Népal	4 683	3 900	-78	-1.8
Oman	1	1	n.s.	5.3
Pakistan	2 755	2 361	-39	-1.5
Philippines	6 676	5 789	-89	-1.4
Qatar	n.s.	1	n.s.	9.6

n.s. – non spécifié . Source: FRA 2000 et Document de travail 59, Programme d'évaluation mondiale des ressources forestières (FRA), Département Foresterie de la FAO, Rome 2001, 69p (www.fao.org/forestry/fo/fra/index.jsp)

TABLEAU 3A.1.1 (SUITE) VARIATION DE LA SUPERFICIE DES FORETS (A utiliser pour la vérification de « S » dans l'Equation 3.2.4)				
b. ASIE (Suite)				
Pays	Superficie totale des forêts		Changement des forêts 1990–2000	
	1990	2000	Changement annuel	Taux de changement
	000 ha	000 ha	000 ha / an	% / an
Républ. de Corée	6 299	6 248	-5	-0.1
Arabie Saoudite	1 504	1 504	n.s.	n.s.
Singapour	2	2	n.s.	n.s.
Sri Lanka	2 288	1 940	-35	-1.6
Rép. Arabe de Syrie	461	461	n.s.	n.s.
Tadjikistan	380	400	2	0.5
Thaïlande	15 886	14 762	-112	-0.7
Turquie	10 005	10 225	22	0.2
Turkménistan	3 755	3 755	n.s.	n.s.
Émirats Arabes Unies	243	321	8	2.8
Ouzbékistan	1 923	1 969	5	0.2
Viet Nam	9 303	9 819	52	0.5
Cisjordanie	-	-	-	-
Yémen	541	449	-9	-1.9
c. OCEANIE				
Samoa Américaines	12	12	n.s.	n.s.
Australie	157 359	154 539	-282	-0.2
Îles Cook	22	22	n.s.	n.s.
Fidji	832	815	-2	-0.2
Polynésie Française	105	105	n.s.	n.s.
Guam	21	21	n.s.	n.s.
Kiribati	28	28	n.s.	n.s.
Îles Marshall	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Micronésie	24	15	-1	-4.5
Nauru	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Nouv.-Calédonie	372	372	n.s.	n.s.
Nouv.-Zélande	7 556	7 946	39	0.5
Niue	6	6	n.s.	n.s.
Mariannes du Nord	14	14	n.s.	n.s.
Palau	35	35	n.s.	n.s.
Papouasie-Nouv.-Guinée	31 730	30 601	-113	-0.4
Samoa	130	105	-3	-2.1
Îles Salomon	2 580	2 536	-4	-0.2
Tonga	4	4	n.s.	n.s.
Vanuatu	441	447	1	0.1

n.s. – non spécifié . Source: FRA 2000 et Document de travail 59, Programme d'évaluation mondiale des ressources forestières (FRA), Département Foresterie de la FAO, Rome 2001, 69p (www.fao.org/forestry/fo/fra/index.jsp)

TABLEAU 3A.1.1 (SUITE) VARIATION DE LA SUPERFICIE DES FORETS (A utiliser pour la vérification de « S » dans l'Equation 3.2.4)				
d. EUROPE				
Pays	Superficie totale des forêts		Changement des forêts 1990–2000	
	1990	2000	Changement annuel	Taux de changement
	000 ha	000 ha	000 ha / an	% / an
Albanie	1 069	991	-8	-0.8
Andorre	-	-	-	-
Autriche	3 809	3 886	8	0.2
Belarus	6 840	9 402	256	3.2
Belgique & Luxembourg	741	728	-1	-0.2
Bosnie Herzégovine	2 273	2 273	n.s.	n.s.
Bulgarie	3 486	3 690	20	0.6
Croatie	1 763	1 783	2	0.1
Rép. Tchèque	2 627	2 632	1	n.s.
Danemark	445	455	1	0.2
Estonie	1 935	2 060	13	0.6
Finlande	21 855	21 935	8	n.s.
France	14 725	15 341	62	0.4
Allemagne	10 740	10 740	n.s.	n.s.
Grèce	3 299	3 599	30	0.9
Hongrie	1 768	1 840	7	0.4
Islande	25	31	1	2.2
Irlande	489	659	17	3.0
Italie	8 737 ¹	10 003	30	0.3
Lettonie	2 796	2 923	13	0.4

La valeur pour l'Italie a été fournie par l'Italie et est mentionnée dans sa Troisième Communication Nationale à la CCNUCC

n.s. – non spécifié . Source: FRA 2000 et Document de travail 59, Programme d'évaluation mondiale des ressources forestières (FRA), Département Foresterie de la FAO, Rome 2001, 69p (www.fao.org/forestry/fo/fra/index.jsp)

TABLEAU 3A.1.1 (SUITE) VARIATION DE LA SUPERFICIE DES FORETS (A utiliser pour la vérification de « S » dans l'Equation 3.2.4)				
d. EUROPE (Suite)				
Pays	Superficie totale des forêts		Changement des forêts 1990–2000	
	1990	2000	Changement annuel	Taux de changement
	000 ha	000 ha	000 ha / an	% / an
Liechtenstein	6	7	n.s.	1.2
Lituanie	1 946	1 994	5	0.2
Malte	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Pays-Bas	365	375	1	0.3
Norvège	8 558	8 868	31	0.4
Pologne	8 872	9 047	18	0.2
Portugal	3 096	3 666	57	1.7
République de Moldavie	318	325	1	0.2
Roumanie	6 301	6 448	15	0.2
Fédération Russe	850 039	851 392	135	n.s.
San Marino	-	-	-	-
Slovaquie	1 997	2 177	18	0.9
Slovénie	1 085	1 107	2	0.2
Espagne	13 510	14 370	86	0.6
Suède	27 128	27 134	1	n.s.
Suisse	1 156	1 199	4	0.4
FYROM	906	906	n.s.	n.s.
Ukraine	9 274	9 584	31	0.3
Royaume-Uni	2 624	2 794	17	0.6
Yougoslavie	2 901	2 887	-1	-0.1

n.s. – non spécifié . Source: FRA 2000 et Document de travail 59, Programme d'évaluation mondiale des ressources forestières (FRA), Département Foresterie de la FAO, Rome 2001, 69p (www.fao.org/forestry/fo/fra/index.jsp)

TABLEAU 3A.1.1 (SUITE) VARIATION DE LA SUPERFICIE DES FORETS (A utiliser pour la vérification de « S » dans l'Equation 3.2.4)				
e. AMÉRIQUE DU NORD ET CENTRALE				
Pays	Superficie totale des forêts		Changement des forêts 1990–2000	
	1990	2000	Changement annuel	Taux de changement
	000 ha	000 ha	000 ha /an	% / an
Antigua et Barbuda	9	9	n.s.	n.s.
Bahamas	842	842	n.s.	n.s.
Barbade	2	2	n.s.	n.s.
Belize	1 704	1 348	-36	-2.3
Bermudes	-	-	-	-
Îles Vierges Britanniques.	3	3	n.s.	n.s.
Canada	244 571	244 571	n.s.	n.s.
Îles Caïmans	13	13	n.s.	n.s.
Costa Rica	2 126	1 968	-16	-0.8
Cuba	2 071	2 348	28	1.3
Dominique	50	46	n.s.	-0.7
République Dominicaine	1 376	1 376	n.s.	n.s.
El Salvador	193	121	-7	-4.6
Groenland	-	-	-	-
Grenade	5	5	n.s.	0.9
Guadeloupe	67	82	2	2.1
Guatemala	3 387	2 850	-54	-1.7
Haïti	158	88	-7	-5.7
Honduras	5 972	5 383	-59	-1.0
Jamaïque	379	325	-5	-1.5
Martinique	47	47	n.s.	n.s.
Mexique	61 511	55 205	-631	-1.1
Montserrat	3	3	n.s.	n.s.
Antilles Néerlandaises	1	1	n.s.	n.s.
Nicaragua	4 450	3 278	-117	-3.0
Panama	3 395	2 876	-52	-1.6
Porto-Rico	234	229	-1	-0.2
Saint Kitts et Nevis	4	4	n.s.	-0.6
Sainte Lucie	14	9	-1	-4.9
Saint-Pierre-et-Miquelon	-	-	-	-
Saint-Vincent et Grenadines	7	6	n.s.	-1.4
Trinité et Tobago	281	259	-2	-0.8
États-Unis	222 113	225 993	388	0.2
Îles Vierges des États-Unis	14	14	n.s.	n.s.

n.s. – non spécifié . Source: FRA 2000 et Document de travail 59, Programme d'évaluation mondiale des ressources forestières (FRA), Département Foresterie de la FAO, Rome 2001, 69p
(www.fao.org/forestry/fo/fra/index.jsp)

TABLEAU 3A.1.1 (SUITE) VARIATION DE LA SUPERFICIE DES FORETS (A utiliser pour la vérification de « S » dans l'Equation 3.2.4)				
f. AMÉRIQUE DU SUD				
Pays	Superficie totale des forêts		Changement des forêts 1990–2000	
	1990	2000	Changement annuel	Taux de changement
	000 ha	000 ha	000 ha /an	% / an
Argentine	37 499	34 648	-285	-0.8
Bolivie	54 679	53 068	-161	-0.3
Brésil	566 998	543 905	-2 309	-0.4
Chili	15 739	15 536	-20	-0.1
Colombie	51 506	49 601	-190	-0.4
Équateur	11 929	10 557	-137	-1.2
Îles Malouines	-	-	-	-
Guyane Française	7 926	7 926	n.s.	n.s.
Guyana	17 365	16 879	-49	-0.3
Paraguay	24 602	23 372	-123	-0.5
Pérou	67 903	65 215	-269	-0.4
Surinam	14 113	14 113	n.s.	n.s.
Uruguay	791	1 292	50	5.0
Venezuela	51 681	49 506	-218	-0.4

n.s. – non spécifié . Source: FRA 2000 et Document de travail 59, Programme d'évaluation mondiale des ressources forestières (FRA), Département Foresterie de la FAO, Rome 2001, 69p
(www.fao.org/forestry/fo/fra/index.jsp)

TABLEAU 3A.1.2						
STOCKS DE BIOMASSE AERIENNE DES FORETS REGENEREES NATURELLEMENT, PAR GRANDES CATEGORIES						
(tonnes de matière sèche /ha)						
(*A utiliser pour B_w dans l'Equation 3.2.9, pour $T_{\text{conversion}}$ dans l'Equation 3.3.8 dans la section Terres cultivées et pour $T_{\text{conversion}}$ dans l'Equation 3.4.13 dans la section Prairies, etc. Ne pas utiliser pour C_{t_2} ou C_{t_1} dans l'Equation 3.2.3 de la section Terres forestières)						
Forêts tropicales ¹						
	Pluvieuse	Humide à saison sèche courte	Humide à saison sèche longue	Sèche	Montagnarde humide	Montagnarde sèche
Afrique	310 (131 - 513)	260 (159 - 433)	123 (120 - 130)	72 (16 - 195)	191	40
Asie et Océanie:						
Continentale	275 (123 - 683)	182 (10 - 562)	127 (100 - 155)	60	222 (81 - 310)	50
Maritime	348 (280 - 520)	290	160	70	362 (330 - 505)	50
Amérique	347 (118 - 860)	217 (212 - 278)	212 (202 - 406)	78 (45 - 90)	234 (48 - 348)	60
Forêts tempérées						
Classe d'âge	Conifères		Caducifoliées		Mixtes Caducifoliées-Conifères	
Eurasie et Océanie						
≤20 ans	100 (17 - 183)		17		40	
>20 ans	134 (20 - 600)		122 (18 - 320)		128 (20 - 330)	
Amérique						
≤20 ans	52 (17-106)		58 (7-126)		49 (19-89)	
>20 ans	126 (41-275)		132 (53-205)		140 (68-218)	
Forêts boréales						
Classe d'Age	Mixtes Caducifoliées-Conifères		Conifères		Forêt-Toundra	
Eurasie						
≤20 ans	12		10		4	
>20 ans	50		60 (12.3-131)		20 (21- 81)	
Amérique						
≤20 ans	15		7		3	
>20 ans	40		46		15	
Remarque: Les données sont fournies sous forme de valeur moyenne et de plage de valeurs possibles (entre parenthèses).						
¹ La définition des types de forêts et les exemples par région sont illustrés dans l'Encadré 2 et aux Tableaux 5-1, p 5.7-5.8 des <i>Lignes directrices du GIEC</i>						

TABLEAU 3A.1.3							
STOCKS DE BIOMASSE AERIENNE DES FORETS DE PLANTATIONS, PAR GRANDES CATEGORIES (tonnes de matière sèche/ha)							
(A utiliser pour B_w dans l'Equation 3.2.9, pour $T_{conversion}$ dans l'Equation 3.3.8 dans la section Terres cultivées et pour $T_{conversion}$ dans l'Equation 3.4.13 dans la section Prairies, etc. Ne pas utiliser pour C_{t2} ou C_{t1} dans l'Equation 3.2.3 de la section Terres forestières)							
Forêts tropicales et sub-tropicales							
	Classe d'âge	Pluvieuse	Humide à saison sèche courte	Humide à saison sèche longue	Sèche	Montagnard e humide	Montagnard e sèche
		R > 2000	2000>R>1000		R<1000	R>1000	R<1000
Afrique							
Caducifoliée	≤20 ans	100	80	30	20	100	40
	>20 ans	300	150	70	20	150	60
Pinus	≤20 ans	60	40	20	15	40	10
	>20 ans	200	120	60	20	100	30
Asie:							
Caducifoliée	Toutes	220	180	90	40	150	40
Autres espèces	Toutes	130	100	60	30	80	25
Amérique							
Pinus	Toutes	300	270	110	60	170	60
Eucalyptus	Toutes	200	140	110	60	120	30
Tectona	Toutes	170	120	90	50	130	30
Autres Caducifoliées	Toutes	150	100	60	30	80	30
Forêts tempérées							
	Classe d'âge	Pins		Autres conifères	Caducifoliée		
Eurasie							
Maritime	≤20 ans	40		40	30		
	>20 ans	150		250	200		
Continentale	≤20 ans	25		30	15		
	>20 ans	150		200	200		
Méditerranéenne & steppe	≤20 ans	17		20	10		
	>20 ans	100		120	80		
Amérique du Sud	Toutes	100		120	90		
Amérique du Nord	Toutes	175 (50–275)		300	–		
Forêts boréales							
	Classe d'âge	Pins		Autres conifères	Caducifoliée		
Eurasie							
	≤20 ans	5		5	5		
	>20 ans	40		40	25		
Amérique du Nord	Toutes	50		40	25		

TABLEAU 3A.1.4			
VOLUME DE STOCKS SUR PIED MOYENS (1) ET DE BIOMASSE AERIEENNE (2) (MATIERE SECHE) DES FORETS EN 2000 (SOURCE FRA 2000)			
(1) A utiliser pour V dans l'Equation 3.2.3.			
(2) A utiliser pour B _w dans l'Equation 3.2.9, pour T _{conversion} dans l'Equation 3.3.8 dans la section Terres cultivées et pour T _{conversion} dans l'Equation 3.4.13 dans la section Prairies, etc. Ne pas utiliser pour C ₂ ou C ₁ dans l'Equation 3.2.3 de la section Terres forestières.			
a. AFRIQUE			
Pays	Volume (aérien) m³ / ha	Biomasse (aérienne) t / ha	Information Source
Algérie	44	75	IN
Angola	39	54	IN
Bénin	140	195	IP
Botswana	45	63	IN
Burkina Faso	10	16	IN
Burundi	110	187	ES
Cameroun	135	131	IP
Cap Vert	83	127	ES
République Centrafricaine	85	113	IP/EX
Tchad	11	16	ES
Comores	60	65	ES
Congo	132	213	EX
Côte d'Ivoire	133	130	IP
Rép. Dém. du Congo	133	225	IN
Djibouti	21	46	ES
Egypte	108	106	ES
Guinée-Équatorielle	93	158	IP
Éritrée	23	32	IN
Éthiopie	56	79	IP
Gabon	128	137	ES
Gambie	13	22	IN
Ghana	49	88	ES
Guinée	117	114	IP
Guinée-Bissau	19	20	IN
Kenya	35	48	ES
Lesotho	34	34	ES
Liberia	201	196	ES
Jamahiriya arabe libyenne	14	20	ES
Sources : IN = Inventaire national; IP = Inventaire partial; ES = Estimation; EX = Données externes (d'autres régions)			

TABLEAU 3A.1.4 (SUITE)			
VOLUME DE STOCKS SUR PIED MOYENS (1) ET DE BIOMASSE AERIEENNE (2) (MATIERE SECHE) DES FORETS EN 2000 (SOURCE FRA 2000)			
(1) A utiliser pour V dans l'Equation 3.2.3.			
(2) A utiliser pour B _w dans l'Equation 3.2.9, pour T _{conversion} dans l'Equation 3.3.8 dans la section Terres cultivées et pour T _{conversion} dans l'Equation 3.4.13 dans la section Prairies, etc. Ne pas utiliser pour C ₂ ou C ₁ dans l'Equation 3.2.3 de la section Terres forestières.			
a. AFRIQUE (Suite)			
Pays	Volume (aérien) m³ / ha	Biomasse (aérienne) t / ha	Information Source
Madagascar	114	194	IN
Malawi	103	143	IN
Mali	22	31	IP
Mauritanie	4	6	ES
Maurice	88	95	ES
Maroc	27	41	IN
Mozambique	25	55	IN
Namibie	7	12	IP
Niger	3	4	IP
Nigeria	82	184	ES
Réunion	115	160	ES
Rwanda	110	187	ES
Sainte Hélène			
São Tomé et Príncipe	108	116	IN
Sénégal	31	30	IN
Seychelles	29	49	ES
Sierra Leone	143	139	ES
Somalie	18	26	ES
Afrique du Sud	49	81	EX
Soudan	9	12	ES
Swaziland	39	115	IN
Togo	92	155	IP
Tunisie	18	27	IN
Ouganda	133	163	IN
République Unie de Tanzanie	43	60	IN
Sahara Occidental	18	59	IN
Zambie	43	104	ES
Zimbabwe	40	56	IN
Sources : IN = Inventaire national; IP = Inventaire partial; ES = Estimation; EX = Données externes (d'autres régions)			

TABLEAU 3A.1.4 (SUITE) VOLUME DE STOCKS SUR PIED MOYENS (1) ET DE BIOMASSE AERIEENNE (2) (MATIERE SECHE) DES FORETS EN 2000 (SOURCE FRA 2000)			
(1) A utiliser pour V dans l'Equation 3.2.3. (2) A utiliser pour B _w dans l'Equation 3.2.9, pour T _{conversion} dans l'Equation 3.3.8 dans la section Terres cultivées et pour T _{conversion} dans l'Equation 3.4.13 dans la section Prairies, etc. Ne pas utiliser pour C ₂ ou C ₁ dans l'Equation 3.2.3 de la section Terres forestières			
b. ASIE			
Pays	Volume (aérien)	Biomasse (aérienne)	Information
	m ³ / ha	t / ha	Source
Afghanistan	22	27	FAO
Arménie	128	66	FAO
Azerbaïdjan	136	105	FAO
Bahreïn	14	14	FAO
Bangladesh	23	39	FAO
Bhoutan	163	178	FAO
Brunei Darussalam	119	205	FAO
Cambodge	40	69	FAO
Chine	52	61	IN
Chypre	43	21	FAO
Rép. Dém. Pop. de Corée	41	25	ES
Timor oriental	79	136	FAO
Bande de Gaza			
Géorgie	145	97	FAO
Inde	43	73	IN
Indonésie	79	136	FAO
Iran, Rép. Islamique	86	149	FAO
Irak	29	28	FAO
Israël	49	-	FAO
Japon	145	88	FAO
Jordanie	38	37	FAO
Kazakhstan	35	18	FAO
Koweït	21	21	FAO
Kirghizistan	32	-	FAO
Rép. Dém. Pop. du Laos	29	31	IN
Liban	23	22	FAO
Malaisie	119	205	ES
Maldives	-	-	-
Mongolie	128	80	IN
Myanmar	33	57	IN
Népal	100	109	IP
Oman	17	17	FAO
Pakistan	22	27	FAO
Philippines	66	114	IN
Sources : IN = Inventaire national; IP = Inventaire partial; ES = Estimation; EX = Données externes (d'autres régions)			

TABLEAU 3A.1.4 (SUITE) VOLUME DE STOCKS SUR PIED MOYENS (1) ET DE BIOMASSE AERIEENNE (2) (MATIERE SECHE) DES FORETS EN 2000 (SOURCE FRA 2000)			
(1) A utiliser pour V dans l'Equation 3.2.3. (2) A utiliser pour B _w dans l'Equation 3.2.9, pour T _{conversion} dans l'Equation 3.3.8 dans la section Terres cultivées et pour T _{conversion} dans l'Equation 3.4.13 dans la section Prairies, etc. Ne pas utiliser pour C ₂ ou C ₁ dans l'Equation 3.2.3 de la section Terres forestières			
b. ASIE (Suite)			
Pays	Volume (aérien)	Biomasse (aérienne)	Information
	m ³ / ha	t / ha	Source
Qatar	13	12	FAO
Rep. de Corée	58	36	IN
Arabie Saoudite	12	12	FAO
Singapour	119	205	FAO
Sri Lanka	34	59	FAO
Rep. Arabe de Syrie	29	28	FAO
Tadjikistan	14	10	FAO
Thaïlande	17	29	IN
Turquie	136	74	FAO
Turkménistan	4	3	FAO
Emirats Arabes Unis	-	-	-
Ouzbékistan	6		FAO
Viet Nam	38	66	ES
Cisjordanie	-	-	-
Yémen	14	19	FAO
TABLEAU 3A.1.4 (SUITE) VOLUME DE STOCKS SUR PIED MOYENS (1) ET DE BIOMASSE AERIEENNE (2) (MATIERE SECHE) DES FORETS EN 2000 (SOURCE FRA 2000)			
(1) A utiliser pour V dans l'Equation 3.2.3. (2) A utiliser pour B _w dans l'Equation 3.2.9, pour T _{conversion} dans l'Equation 3.3.8 dans la section Terres cultivées et pour T _{conversion} dans l'Equation 3.4.13 dans la section Prairies, etc. Ne pas utiliser pour C ₂ ou C ₁ dans l'Equation 3.2.3 de la section Terres forestières			
c. OCÉANIE			
Pays	Volume (aérien)	Biomasse (aérienne)	Information
	m ³ / ha	t / ha	Source
Samoa Américaines			
Australie	55	57	FAO
Îles Cook	-	-	-
Fidji	-	-	-
Polynésie Française	-	-	-
Guam	-	-	-
Sources : IN = Inventaire national; IP = Inventaire partial; ES = Estimation; EX = Données externes (d'autres régions)			

TABLEAU 3A.1.4 (SUITE) VOLUME DE STOCKS SUR PIED MOYENS (1) ET DE BIOMASSE AERIEENNE (2) (MATIERE SECHE) DES FORETS EN 2000 (SOURCE FRA 2000)			
(1) A utiliser pour V dans l'Equation 3.2.3.			
(2) A utiliser pour B _w dans l'Equation 3.2.9, pour T _{conversion} dans l'Equation 3.3.8 dans la section Terres cultivées et pour T _{conversion} dans l'Equation 3.4.13 dans la section Prairies, etc. Ne pas utiliser pour C ₂ ou C ₁ dans l'Equation 3.2.3 de la section Terres forestières			
c. OCÉANIE (Suite)			
Pays	Volume (aérien) m³ / ha	Biomasse (aérienne) t / ha	Information Source
Kiribati	-	-	-
Îles Marshall	-	-	-
Micronésie	-	-	-
Nauru	-	-	-
Nouv.-Calédonie	-	-	-
Nouv.-Zélande	321	217	FAO
Niue	-	-	-
Mariannes du Nord	-	-	-
Palau	-	-	-
Pap. Nouv.-Guinée	34	58	IN
Samoa	-	-	-
Îles Salomon	-	-	-
Tonga	-	-	-
Vanuatu	-	-	-
Sources : IN = Inventaire national; IP = Inventaire partiel; ES = Estimation; EX = Données externes (d'autres régions)			

TABLEAU 3A.1.4 (SUITE) VOLUME DE STOCKS SUR PIED MOYENS (1) ET DE BIOMASSE AERIEENNE (2) (MATIERE SECHE) DES FORETS EN 2000 (SOURCE FRA 2000)			
(1) A utiliser pour V dans l'Equation 3.2.3.			
(2) A utiliser pour B _w dans l'Equation 3.2.9, pour T _{conversion} dans l'Equation 3.3.8 dans la section Terres cultivées et pour T _{conversion} dans l'Equation 3.4.13 dans la section Prairies, etc. Ne pas utiliser pour C ₂ ou C ₁ dans l'Equation 3.2.3 de la section Terres forestières			
d. EUROPE			
Pays	Volume (aérien) m³ / ha	Biomasse (aérienne) t / ha	Information Source
Albanie	81	58	FAO
Andorre	0	0	FAO
Autriche	286	250	FAO
Biélorussie	153	80	FAO
Belgique & Luxembourg	218	101	FAO
Bosnie & Herzégovine	110	-	FAO
Bulgarie	130	76	FAO
Sources : IN = Inventaire national; IP = Inventaire partiel; ES = Estimation; EX = Données externes (d'autres régions)			

TABLEAU 3A.1.4 (SUITE) VOLUME DE STOCKS SUR PIED MOYENS (1) ET DE BIOMASSE AERIEENNE (2) (MATIERE SECHE) DES FORETS EN 2000 (SOURCE FRA 2000)			
(1) A utiliser pour V dans l'Equation 3.2.3.			
(2) A utiliser pour B _w dans l'Equation 3.2.9, pour T _{conversion} dans l'Equation 3.3.8 dans la section Terres cultivées et pour T _{conversion} dans l'Equation 3.4.13 dans la section Prairies, etc. Ne pas utiliser pour C ₂ ou C ₁ dans l'Equation 3.2.3 de la section Terres forestières			
d. EUROPE (Suite)			
Pays	Volume (aérien) m³ / ha	Biomasse (aérienne) t / ha	Information Source
Croatie	201	107	FAO
Rép. Tchèque	260	125	FAO
Danemark	124	58	FAO
Estonie	156	85	FAO
Finlande	89	50	IN
France	191	92	FAO
Allemagne	268	134	FAO
Grèce	45	25	FAO
Hongrie	174	112	FAO
Islande	27	17	FAO
Irlande	74	25	FAO
Italie	145	74	FAO
Lettonie	174	93	FAO
Liechtenstein	254	119	FAO
Lituanie	183	99	FAO
Malte	232	-	FAO
Pays-Bas	160	107	FAO
Norvège	89	49	FAO
Pologne	213	94	FAO
Portugal	82	33	FAO
République de Moldavie	128	64	FAO
Roumanie	213	124	FAO
Fédération Russe	105	56	FAO
San Marino	0	0	FAO
Slovaquie	253	142	FAO
Slovénie	283	178	FAO
Espagne	44	24	FAO
Suède	107	63	IN
Suisse	337	165	FAO
FYROM	70	-	FAO
Ukraine	179	-	FAO
Royaume-Uni	128	76	FAO
Yougoslavie	111	23	FAO
Sources : IN = Inventaire national; IP = Inventaire partiel; ES = Estimation; EX = Données externes (d'autres régions)			

TABLEAU 3A.1.4 (SUITE) VOLUME DE STOCKS SUR PIED MOYENS (1) ET DE BIOMASSE AÉRIENNE (2) (MATIÈRE SECHE) DES FORETS EN 2000 (SOURCE FRA 2000)			
(1) A utiliser pour V dans l'Equation 3.2.3. (2) A utiliser pour B _w dans l'Equation 3.2.9, pour T _{conversion} dans l'Equation 3.3.8 dans la section Terres cultivées et pour T _{conversion} dans l'Equation 3.4.13 dans la section Prairies, etc. Ne pas utiliser pour C _{t2} ou C _{t1} dans l'Equation 3.2.3 de la section Terres forestières			
e. AMÉRIQUE DU NORD ET CENTRALE			
Pays	Volume (aérien) m ³ / ha	Biomasse (aérienne) t / ha	Information Source
Antigua et Barbuda	116	210	ES
Bahamas	-	-	-
Barbade	-	-	-
Belize	202	211	ES
Bermudes	-	-	-
Îles Vierges Britanniques	-	-	-
Canada	120	83	FAO
Îles Caïmans	-	-	-
Costa Rica	211	220	ES
Cuba	71	114	IN
Dominique	91	166	ES
République Dominicaine	29	53	ES
El Salvador	223	202	FAO
Groënland	-	-	-
Grenade	83	150	IP
Guadeloupe	-	-	-
Guatemala	355	371	ES
Haïti	28	101	ES
Honduras	58	105	ES
Jamaïque	82	171	ES
Martinique	5	5	ES
Mexique	52	54	IN
Montserrat	-	-	-
Antilles Néerlandaises	-	-	-
Nicaragua	154	161	ES
Panama	308	322	ES
Porto-Rico	-	-	-
Saint Kitts et Nevis	-	-	-
Sainte Lucie	190	198	ES
Saint-Pierre-et-Miquelon	-	-	-
Information source: NI = National inventory; PI = Partial inventory; ES = Estimate; EX = External data (from other regions)			

TABLEAU 3A.1.4 (SUITE) VOLUME DE STOCKS SUR PIED MOYENS (1) ET DE BIOMASSE AÉRIENNE (2) (MATIÈRE SECHE) DES FORETS EN 2000 (SOURCE FRA 2000)			
(1) A utiliser pour V dans l'Equation 3.2.3. (2) A utiliser pour B _w dans l'Equation 3.2.9, pour T _{conversion} dans l'Equation 3.3.8 dans la section Terres cultivées et pour T _{conversion} dans l'Equation 3.4.13 dans la section Prairies, etc. Ne pas utiliser pour C _{t2} ou C _{t1} dans l'Equation 3.2.3 de la section Terres forestières			
e. AMÉRIQUE DU NORD ET CENTRALE (Suite)			
Country	Volume (aboveground) m ³ / ha	Biomass (aboveground) t / ha	Information Source
Saint-Vincent et Grenadines	166	173	IN
Trinité et Tobago	71	129	ES
États-Unis	136	108	FAO
Îles Vierges des États-Unis	-	-	-
TABLEAU 3A.1.4 (SUITE) VOLUME DE STOCKS SUR PIED MOYENS (1) ET DE BIOMASSE AÉRIENNE (2) (MATIÈRE SECHE) DES FORETS EN 2000 (SOURCE FRA 2000)			
(1) A utiliser pour V dans l'Equation 3.2.3. (2) A utiliser pour B _w dans l'Equation 3.2.9, pour T _{conversion} dans l'Equation 3.3.8 dans la section Terres cultivées et pour T _{conversion} dans l'Equation 3.4.13 dans la section Prairies, etc. Ne pas utiliser pour C _{t2} ou C _{t1} dans l'Equation 3.2.3 de la section Terres forestières.			
f. AMÉRIQUE DU SUD			
Pays	Volume (aérien) m ³ / ha	Biomasse (aérienne) t / ha	Information Source
Argentine	25	68	ES
Bolivie	114	183	IP
Bésil	131	209	ES
Chili	160	268	ES
Colombie	108	196	IN
Équateur	121	151	ES
Îles Malouines	-	-	-
Guyane Française	145	253	ES
Guyana	145	253	ES
Paraguay	34	59	ES
Pérou	158	245	IN
Surinam	145	253	ES
Uruguay	-	-	-
Venezuela	134	233	ES
Information source: NI = National inventory; PI = Partial inventory; ES = Estimate; EX = External data (from other regions)			

TABLEAU 3A.1.5 ACCROISSEMENT ANNUEL MOYEN DE LA BIOMASSE AERIENNE REGENERE E NATURELLEMENT, PAR GRANDES CATEGORIES (tonnes de matière sèche/ha/an) (A utiliser pour A_A dans l'Equation 3.2.5)						
Forêts tropicales et sub-tropicales						
Classe d'âge	Pluvieuse	Humide à saison sèche courte	Humide à saison sèche longue	Sèche	Montagnarde humide	Montagnarde sèche
	P > 2000	2000 > P > 1000		P < 1000	P > 1000	P < 1000
Afrique						
≤20 ans	10,0	5,3	2,4 (2,3 – 2,5)	1,2 (0,8 – 1,5)	5,0	2,0 (1,0 – 3,0)
>20 ans	3,1 (2,3 -3,8)	1,3	1,8 (0,6 – 3,0)	0,9 (0,2 – 1,6)	1,0	1,5 (0,5 – 4,5)
Asie & Océanie						
Continentale						
≤20 ans	7,0 (3,0 – 11,0)	9,0	6,0	5,0	5,0	1,0
>20 ans	2,2 (1,3 – 3,0)	2,0	1,5	1,3 (1,0 – 2,2)	1,0	0,5
Maritime						
≤20 ans	13,0	11,0	7,0	2,0	12,0	3,0
>20 ans	3,4	3,0	2,0	1,0	3,0	1,0
Amérique						
≤20 ans	10,0	7,0	4,0	4,0	5,0	1,8
>20 ans	1,9 (1,2 – 2,6)	2,0	1,0	1,0	1,4 (1,0 – 2,0)	0,4
Forêts tempérées						
Classe d'âge	Conifères			Caducifoliées		
≤20 ans	3,0 (0,5 – 6,0)			4,0 (0,5 – 8,0)		
>20 ans	3,0 (0,5 – 6,0)			4,0 (0,5 – 7,5)		
Forêts boréales						
Classe d'âge	Mixtes Caducifoliées- Conifères	Conifères	Forêt-Toundra	Caducifoliées		
Eurasie						
≤20 ans	1,0	1,5	0,4 (0,2 – 0,5)	1,5 (1,0 – 2,0)		
>20 ans	1,5	2,5	0,4 (0,2 – 0,5)	1,5		
Amérique						
≤20 ans	1,1 (0,7 – 1,5)	0,8 (0,5 – 1,0)	0,4 (0,2 – 0,5)	1,5 (1,0 – 2,0)		
>20 ans	1,1 (0,7 – 1,5)	1,5 (0,5 – 2,5)	0,4 (0,2 – 0,5)	1,3 (1,0 – 1,5)		
Remarque : P= précipitations annuelle en mm/an						
Remarque : Les données sont fournies sous forme de valeur moyenne et de plage de valeurs possibles.						

TABLEAU 3A.1.6 ACCROISSEMENT ANNUEL MOYEN DE LA BIOMASSE AERIENNE DES PLANTATIONS, PAR GRANDES CATEGORIES (TONNES DE MATIERE SECHE /HA/AN) (A utiliser pour A_A dans l'Equation 3.2.5. Dans le cas de valeurs manquantes, il est préférable d'utiliser des données d'accroissement du volume du bois de fût A_v du Tableau 3A.1.7)							
Forêts tropicales et sub-tropicales							
	Classe d'âge	Pluvieuse	Humide à saison sèche courte	Humide à saison sèche longue	Sèche	Montagnard e humide	Montagnard e sèche
		P > 2000	2000 > P > 1000		P < 1000	P > 1000	P < 1000
Afrique							
Eucalyptus spp	≤20 ans	-	20,0	12,6	5,1 (3,0-7,0)	-	-
	>20 ans	-	25,0	-	8,0 (4,9-13,6)	-	-
Pinus sp	≤20 ans	18,0	12,0	8,0	3,3 (0,5-6,0)	-	-
	>20 ans		15,0	11,0	2,5	-	-
autres	≤20 ans	6,5 (5,0-8,0)	9,0 (3,0-15,0)	10,0 (4,0-16,0)	15,0	11,0	-
	>20 ans	-	-	-	11,0	-	-
Asie							
Eucalyptus spp	Toutes	5,0 (3,6-8,0)	8,0	15,0 (5,0-25,0)	-	3,1	-
autres espèces	-	5,2 (2,4-8,0)	7,8 (2,0-13,5)	7,1 (1,6-12,6)	6,45 (1,2-11,7)	5,0 (1,3-10,0)	-
Amérique							
Pinus	-	18,0	14,5 (5,0 - 19,0)	7,0 (4,0 - 10,3)	5,0	14,0	-
Eucalyptus	-	21,0 (6,4 - 38,4)	16,0 (6,4 - 32,0)	16,0 (6,4 - 32,0)	16,0	13,0 (8,5 - 17,5)	-
Tectona	-	15,0	8,0 (3,8 - 11,5)	8,0 (3,8 - 11,5)	-	2,2	-
Autres caducifoliées	-	17,0 (5,0 - 35,0)	18,0 (8,0 - 40,0)	10,5 (3,2 - 11,8)	-	4,0	-
Remarque 1 : P = précipitations annuelle en mm/an Remarque : Les données sont fournies sous forme de valeur moyenne et de plage de valeurs possibles. Remarque 3 : Certaines données boréales ont été calculées à partir de données d'origine de Zakharov <i>et al.</i> (1962), Zagreev <i>et al.</i> (1993), Isaev <i>et al.</i> (1993), en utilisant 0,23 comme rapport de biomasse souterraine/aérienne et en supposant une augmentation linéaire de l'accroissement annuel entre 0 et 20 ans. Remarque 4 : Pour les plantations des zones tempérées et boréales, conformément aux bonnes pratiques, on utilisera des données d'accroissement du volume de bois de fût (A_v dans l'Equation 3.2.5) à la place de l'accroissement de la biomasse aérienne comme indiqué dans le Tableau ci-dessus..							

Références pour les Tableaux 3A.1.2, 3A.1.3, 3A.1.4, 3A.1.5, et 3A.1.6

Tropicales et sub-tropicales

- Brown, S. (1996). A primer for estimating biomass and biomass change of tropical forest. FAO, Rome, Italie. 55 pp.
- Budowski, G. (1985). The place of Agroforestry in managing tropical forest. In La conservación como instrumento para el desarrollo. Antología. San José, Costa Rica. EUNED. 19 pp.
- Burrows, W.H.; Henry, B.K.; Back, P.V., *et al.* (2002). Growth and carbon stock change in eucalypt woodlands in northeast Australia: ecological and greenhouse sink implications. *Global Change Biology* 8 (8): 769-784 2002
- Chudnoff, M. (1980). Tropical Timbers of the World. US Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory. Madison, WI. 831 pp.
- Clarke *et al.* (2001). NPP in tropical forests: an evaluation and synthesis of existing field data. *Ecol. Applic.* 11:371-384
- Evans, J. (1982). Plantation forestry in the tropics. Oxford.
- Favrichon, V. (1997). Réaction de peuplements forestiers tropicaux à des interventions sylvicoles. *Bois et des forêts des tropiques* 254: 5-24

- FBDS: FUNDAÇÃO BRASILEIRA PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. (1997). Avaliação das emissões de gases de efeito estufa devido as mudanças nos estoques de florestas plantadas. Rio de Janeiro (Brésil). 44 pp.
- Fearnside, P.M. (1997). Wood density for estimating forest biomass in Brazilian Amazonia. *Forest Ecology and Management* 90(1): 59-87.
- FIA: Fundación para la Innovación Agraria. (2001). Potencial de proyectos forestales en el Mecanismo de Desarrollo Limpio en Chile. Dans IV Seminario Regional Forestal del Cono Sur, elaboración de proyectos forestales en el Mecanismo de Desarrollo Limpio, realizado 06-07 de diciembre de 2001. Santiago de Chile. 26 pp.
- Gaston, G., Brown, S., Lorenzini, M. & Sing. (1998). State and change in carbon pools in the forests of tropical Africa. *Global Change Biology* 4 (1), 97-114.
- Gower, S.T., Gholz, H.L., Nakane, K., et Baldwin, V.C. (1994). Production and carbon allocation patterns of pine forests *Ecological bulletins* 43:115-135 (data converted from aNPP values assuming litterfall = 2 x L(-38)C foliage annual production)
- Grace J., Malhi Y., Higuchi N., et Meir P. (2001). Productivity of tropical Rain Forests. Dans Roy, J., Saugier, B., et Mooney H. (éds), *Terrestrial Global productivity, Physiological Ecology Series, Academic Press, San Diego*, 401-426
- Hofmann-Schielle, C., Jug, A., *et al.* (1999). Short-rotation plantations of balsam poplars, aspen and willows on former arable land in the Federal Republic of Germany. I. Site-growth relationships. *Forest Ecology and Management* 121(1/2): 41-55.
- IBDF. (1983). Potencial madeira do Grande Carajás. Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal. Brasília, DF, Brésil. 134 pp.
- IPCC Guidelines* (1996). Workbook p 5.22. de Houghton *et al.* 1983, 1987.
- Klinge, H.; Rodrigues, W.A. (1973). Biomass estimation in a central Amazonian rain forest. *Acta Científica Venezolana* 24:225-237
- Laclau, J.P., J.P. Bouillet, *et al.* (2000). Dynamics of biomass and nutrient accumulation in a clonal plantation of Eucalyptus in Congo. *Forest Ecology and Management* 128(3): 181-196
- Lamprecht, H. (1990). *Silviculture in the tropics*. GTZ. Rossdorf, Deutsche. 333 pp.
- Mandouri T. *et al.* Dans *Annales de la recherche forestière (1951-1999)*; et thèses de la National High School of Forestry (ENFI); et Hassan II Agronomic Institut (IAVHII)
- MDSP/PNCC: Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación; Programa Nacional de Cambios Climáticos. (2002). *Inventariación de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero, Bolivia, 1990, 1994, 1998 y 2000*. La Paz (Bolivia). 443 pp.
- Ministerio de medioambiente y recursos naturales. (2000). Taller Regional Centro Americano sobre el Cambio Climático, 24-26 de junio de 2000. Ciudad de Panamá, Panama.
- Montagnini, F. (2000). Accumulation in above-ground biomass and soil storage of mineral nutrients in pure and mixed plantations in a humid tropical lowland. *Forest Ecology and Management* 134(1/3): 257-270.
- Moreno, H. (2001). Estado de la investigación sobre dinámica del carbono en proyectos forestales de Colombia. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, Departamento de Ciencias Forestales. Medellín, Colombia.
- Norgrove, L. et S. Hauser (2002). Measured growth and tree biomass estimates of *Terminalia ivorensis* in the 3 years after thinning to different stand densities in an agrisilvicultural system in southern Cameroon. *Forest Ecology and Management* 166(1/3): 261-270.
- PAC-NK: NOEL KEMPPFF CLIMATE ACTION PROJECT. (2000). Noel Kempff Climate Action Project: project case carbon inventory and offset benefits. Winrock Drive. Arlington, États-Unis. 45 pp.
- Pandey, D (1982).
- Parrotta, J.A. (1999). Productivity, nutrient cycling, and succession in single- and mixed-species plantations of *Casuarina equisetifolia*, *Eucalyptus robusta*, and *Leucaena leucocephala* in Puerto Rico. *Forest Ecology and Management* 124(1): 45-77
- Peters, R. (1977). Fortalecimiento al sector forestal Guatemala: inventarios y estudios dendrométricos en bosques de coníferas. FO:DP/GUA/72/006, Informe Técnico 2, FAO, Rome, Italie.
- Ramírez, P. et Chacón, R. (1996). National Inventory of Sources and Sinks of Greenhouse Gases in Costa Rica. U.S. Country Studies Program. Kluwer Academic Publishers. Boston, Royaume-Uni. 357-365.
- Russell, C.E. (1983). Nutrient cycling and productivity of native and plantation forest at Jari Florestal, Pará, Brazil. Thèse de doctorat, University of Georgia, Athens, Georgia, États-Unis. 133 pp.
- Saldarriaga, C.A., Escobar, J.G., Orrego, S. A., et Del Valle, I. (2001). Proyectos de reforestación como parte del Mecanismo de Desarrollo Limpio: una aproximación preliminar para el análisis financiero y ambiental. Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Ciencias Forestales. Medellín (Colombie). 61 pp.
- Wadsworth, F.H. (1997). Forest production for tropical America. USDA Forest Service Agriculture Handbook 710. Washington, DC, USDA Forest Service.
- Webb, D.B., Wood, P.J., Smith, J.P. et Henman, G.S. (1984). A guide to species selection for tropical and subtropical plantations. *Tropical Forestry Papers No. 15* Oxford, Royaume-Uni, Commonwealth Forestry Institute.

Tempérées

Les données incluent des valeurs compilées par DR. JIM SMITH, USDA FOREST SERVICE, DURHAM NH USA 03824.
jsmith11@fs.fed.us, Lheath@fs.fed.us

Botkin D.B. et Simpson L.G. (1990) Biomass of North American Boreal Forest. *Biogeochemistry*, 9: 161-174.

Brown S., Schroeder P., et Kern J.S. (1999) Spatial distribution of biomass in forests of the eastern USA. *Forest Ecology and Management*, 123:81-90

Burrows, W.H., Henry, B.K., Back, P.V., *et al.* (2002) Growth and carbon stock change in eucalypt woodlands in northeast Australia: ecological and greenhouse sink implications. *Global Change Biology* 8 (8): 769-784 2002

Fang, S., X. Xu, *et al.* (1999). Growth dynamics and biomass production in short-rotation poplar plantations: 6-year results for three clones at four spacings. *Biomass and Bioenergy* 17(5): 415-425.

Götz S, D'Angelo S.A., Teixeira W.G, Haag, I, et Lieberei R. (2002) Conversion of secondary forest into agroforestry and monoculture plantations in Amazonia: consequences for biomass, litter and soil carbon stocks after 7 years, *For. Ecol. Manage* 163 Pages 131-150

Gower S.T., Gholz H.L., Nakane K., et Baldwin V.C. (1994) Production and carbon allocation patterns of pine forests *Ecological bulletins* 43:115-135 (data converted from aNPP values assuming litterfall = 2 x foliage annual production)

- Grierson, P.F., Adams, M.A., *et al.* (1992). Estimates of carbon storage in the above-ground biomass of Victoria's forests. *Australian Journal of Botany* 40(4/5): 631-640.
- Hall G.M.J, Wiser S.K., Allen R.B., Beets P.N. et Goulding C J (2001). Strategies to estimate national forest carbon stocks from inventory data: the 1990 New Zealand baseline. *Global Change Biology*, 7:389-403.
- Hofmann-Schielle, C., Jug, A., *et al.* (1999). Short-rotation plantations of balsam poplars, aspen and willows on former arable land in the Federal Republic of Germany. I. Site-growth relationships. *Forest Ecology and Management* 121(1/2): 41-55.
- Mitchell, C.P., Stevens, E.A., *et al.* (1999). Short-rotation forestry - operations, productivity and costs based on experience gained in the UK. *Forest Ecology and Management* 121(1/2): 123-136.
- Santa Regina, I. et Tarazona, T. (2001). Nutrient cycling in a natural beech forest and adjacent planted pine in northern Spain. *Forestry (Oxford)* 74(1): 11-28
- Schroeder, P., Brown, S., *et al.* (1997). Biomass estimation for temperate broadleaf forests of the United States using inventory data. *Forest Science* 43(3): 424-434.
- Shan, J., Morris L.A., et Hendrick, R L. (2001) The effects of management on soil and plant carbon sequestration in slash pine plantations. *Journal of Applied Ecology* 38 (5), 932-941.
- Son Y.H., Hwang J.W., Kim Z.S., Lee, W.K., et Kim. J.S. (2001) Allometry and biomass of Korean pine (*Pinus koraiensis*) in central Korea. *Bioresource Technology* 78 (3): 251-255 2001
- Turnbull, C.R.A., McLeod, D.E., Beadle, C.L., Ratkowsky, D.A., Mummery, D.C. et Bird, T. (1993). Comparative growth of Eucalyptus species of the subgenera *Monocalyptus* and *Symphomyrtus* in intensively managed plantations in southern Tasmania. *Aust. For.* 56, pp. 276-286.
- UN-ECE/FAO (2000). Forest Resources of Europe, CIS, North America, Australia, Japan and New Zealand (industrialized temperate / boreal countries). UN-ECE/FAO contribution to the Global Forest Resources Assessment 2000, Nations-Unies, New York et Genève, Geneva Timber and Forest Study papers, No 17.446 p.
- U'soltsev et Van Clay. (1995). Stand Biomass Dynamics of Pine plantations and natural forests on dry steppe in Kazakhstan *Scan J For Res*, 10, 305-312
- Vogt, K (1991). Carbon budgets of temperate forest ecosystems. *Tree Physiology*, 9:69-86.
- Zhou, G., Wang, Y., *et al.* (2002). Estimating biomass and net primary production from forest inventory data: a case study of China's Larix forests. *Forest Ecology and Management* 169(1/2): 149-157.

Boréales

- Finnish Forest Research Institute (2002). Finnish Statistical Yearbook of Forestry. SVT Agriculture and Forestry, Helsinki, Finlande.
- Isaev, A.S., Korovin, G.N., Utkin A.I., Pryazhnikov A.A., et Zamolodchikov, D.G. (1993) *Estimation of Carbon Pool and Its Annual Deposition in Phytomass of Forest Ecosystems in Russia*, Forestry (*Lesovedenie*), 5: 3-10 (en russe).
- Kajimoto, T., Matsuura, Y., *et al.* (1999). Above- and belowground biomass and net primary productivity of a Larix gmelinii stand near Tura, central Siberia. *Tree Physiology* 19(12): 815-822.
- Koivisto, P. (1959) Growth and Yield Tables. *Commun. Inst. For. Fenn.* Vol 51 no. 51.8: 1-49 (en finlandaise avec des sommaires en anglais).
- Kurz, W.A. et Apps, M.J. (1993): Contribution of northern forests to the global C cycle: Canada as a case study. *Water, Air, and Soil Pollution*, 70, 163-176.
- Nilsson, S., Shvidenko, A., Stolbovoi, V., Glick, M., Jonas, M., et Obersteiner, M. (2000). Full carbon account for Russia. Interim Report IR -00-021 Int Inst Appl Anal, 181 pages.
- UN-ECE/FAO (2000). Forest Resources of Europe, CIS, North America, Australia, Japan and New Zealand (industrialized temperate / boreal countries). UN-ECE/FAO contribution to the Global Forest Resources Assessment 2000, United Nations, New York et Genève, Geneva Timber and Forest Study papers, No 17.446 p.
- Vuokila, Y. et Väliäho, H. (1980). Growth and yield models for conifers cultures in Finland. *Commun. Inst. For. Fenn.* 99(2):1-271
- Wirth C., Schulze, E.-D., Schulze, W., von Stünzner-Karbe, D., Ziegler, W., Miljukova, I. M., Sogatchev, A., Varlagin, A.B., Panvyorov, M., Grigoriev, S., Kusnetzova, W., Siry, M., Hades, G., Zimmermann, R., et Vygodskaya, N. N. (1999). Above-ground biomass and structure of pristine Siberian Scots pine forests as controlled by competition and fire. *Oecologia* 121 : 66-80
- Zakharov, V.K., Trull, O.A., Miroshnikov, V.S., et V.E. Ermakov (1962) *The Reference Book on Forest Inventory*. Belarus State Publishing, Minsk, p. 368. (en russe).
- Zagreev, V.V., Sukhikh, B.I., Shvidenko, A.Z., Gusev, N.N., et A.G. Moshkalev (1993) *The All-Union Standards for Forest Inventory*. Kolos, Moscow, p. 495. (en russe).

TABLEAU 3A.1.7 ACCROISSEMENT ANNUEL NET DE LA BIOMASSE AERIENNE EN VOLUME, DANS LES PLANTATIONS, PAR ESPECES (m³/ha/an) (A utiliser pour A _v dans l'Equation 3.2.5)		
Espèces	I _v (m ³ ha ⁻¹ yr ⁻¹)	
	Plage	Moyenne*
E. deglupta	14 - 50	32
E. globulus	10 - 40	25
E. grandis	15 - 50	32,5
E. saligna	10 - 55	32,5
E. camaldulensis	15 - 30	22,5
E. urophylla	20 - 60	40
E. robusta	10 - 40	25
Pinus caribaea var. caribaea	10 - 28	19
Pinus caribaea var. hondurensis	20 - 50	35
Pinus patula	8 - 40	24
Pinus radiata	12 - 35	23,5
Pinus oocarpa	10 - 40	25
Araucaria angustifolia	8 - 24	16
A. cunninghamii	10 - 18	14
Gmelina arborea	12 - 50	31
Swietenia macrophylla	7 - 30	18,5
Tectona grandis	6 - 18	12
Casuarina equisetifolia	6 - 20	13
C. junghuhniana	7 - 11	9
Cupressus lusitanica	8 - 40	24
Cordia alliodora	10 - 20	15
Leucaena leucocephala	30 - 55	42,5
Acacia auriculiformis	6 - 20	13
Acacia mearnsii	14 - 25	19,5
Terminalia superba	10 - 14	12
Terminalia ivorensis	8 - 17	12,5
Dalbergia sissoo	5 - 8	6,5
* Les Parties qui ont lieu de penser que leurs plantations sont situées sur des sites plus fertiles que la moyenne sont invitées à utiliser la valeur moyenne + 50 pour cent ; les Parties qui ont lieu de penser que leurs plantations sont situées sur des sites peu fertiles sont invitées à utiliser la valeur moyenne -50 pour cent.		
Source: Ugalde, L. et Prez, O. Mean annual volume increment of selected industrial forest plantation species. Forest Plantation Thematic Papers, Working paper 1. FAO (2001) Disponible à http://www.fao.org/DOCREP/004/AC121E/AC121E00.HTM		

TABLEAU 3A.1.8 RAPPORT MOYEN BIOMASSE SOUTERRAINE/AERIENNE (RAPPORT SYSTEME RACINAIRE/SYSTEME FOLIACE, R), REGENERE NATURELLEMENT, PAR GRANDES CATEGORIES (tonnes de matière sèche/tonne de matière sèche) (A utiliser pour R dans l'Equation 3.2.5)							
	Type de végétation	Biomasse aérienne (t/ha)	Moyenn e	SD	Plage inférieure	Plage supérieure	Références
Forêt tropicale/sub-tropicale	Forêt secondaire tropicale/sub-tropicale	<125	0,42	0,22	0,14	0.83	5, 7, 13, 25, 28, 31, 48, 71
	Forêt primaire tropicale/sub-tropicale humide	NS	0,24	0,03	0,22	0.33	33, 57, 63, 67, 69
	Forêt tropicale/sub-tropicale	NS	0,27	0,01	0,27	0.28	65
Forêt/ plantation de conifères	Forêt/plantation de conifères	<50	0,46	0,21	0,21	1.06	2, 8, 43, 44, 54, 61, 75
	Forêt/plantation de conifères	50-150	0,32	0,08	0,24	0.50	6, 36, 54, 55, 58, 61
	Forêt/plantation de conifères	>150	0,23	0,09	0,12	0.49	1, 6, 20, 40, 53, 61, 67, 77, 79
Forêt/plantation caducifoliée tempérée	Forêt de chênes	>70	0,35	0,25	0,20	1.16	15, 60, 64, 67
	Plantation d'eucalyptus	<50	0,45	0,15	0,29	0.81	9, 51, 59
	Plantation d'eucalyptus	50-150	0,35	0,23	0,15	0.81	4, 9, 59, 66, 76
	Forêt/Plantation d'eucalyptus	>150	0,20	0,08	0,10	0.33	4, 9, 16, 66
	Autre forêt caducifoliée	<75	0,43	0,24	0,12	0.93	30, 45, 46, 62
	Autre forêt caducifoliée	75-150	0,26	0,10	0,13	0.52	30, 36, 45, 46, 62, 77, 78, 81
Prairie	Autre forêt caducifoliée	>150	0,24	0,05	0,17	0.30	3, 26, 30, 37, 67, 78, 81
	Steppe/toundra	NS	3,95	2,97	1,92	10.51	50, 56, 70, 72
	Prairie tempérée/sub-tropicale/tropicale	NS	1,58	1,02	0,59	3.11	22, 23, 32, 52
Autre	Prairie semi-aride	NS	2,80	1,33	1,43	4.92	17-19, 34
	Zone arborée/savane	NS	0,48	0,19	0,26	1.01	10-12, 21, 27, 49, 65, 73, 74
	Zone arbustive	NS	2,83	2,04	0,34	6.49	14, 29, 35, 38, 41, 42, 47, 67
	Marais littoral	NS	1,04	0,21	0,74	1.23	24, 39, 68, 80

NS = Non spécifié

Références pour le Tableau 3A.1.8

- Alban, D., D. Perala, et B. Schlaegel (1978) Biomass and nutrient distribution in aspen, pine, and spruce stands on the same soil type in Minnesota. *Canadian Journal of Forest Research* **8**: 290-299.
- Albaugh, T., H. Allen, P. Dougherty, L. Kress, et J. King (1998) Leaf area and above- and below-ground growth responses of loblolly pine to nutrient and water additions. *Forest Science* **44**(2): 317-328.
- Anderson, F. (1971) Methods and Preliminary results of estimation of biomass and primary production in a south Swedish mixed deciduous woodland. Dans : *Productivity of forest ecosystems. Proceedings of the Brussels symposium, 1969, ecology and conservation 4*. UNESCO, Paris.
- Applegate, G. (1982) *Biomass of Blackbutt (Eucalyptus pilularis Sm.) Forests on Fraser Island*. Thèse de maîtrise. University of New England, Armidale.
- Bartholomew, W., J. Meyer, et H. Laudelout (1953) Mineral nutrient immobilization under forest and grass fallow in the Yangambi (Belgian Congo) region. *Publications de l'Institut National Pour l'Etude Agronomique du Congo Belge Serie scientifique* **57**: 27pp total.
- Baskerville, G. (1966) Dry-matter production in immature balsam fir stands: roots, lesser vegetation, and total stand. *Forest Science* **12**: 49-53.
- Berish, C. (1982) Root biomass and surface area in three successional tropical forests. *Canadian Journal of Forest Research* **12**: 699-704.
- Braekke, F. (1992) Root biomass changes after drainage and fertilisation of a low-shrub pine bog. *Plant and Soil* **143**: 33-43.
- Brand, B. (1999) *Quantifying biomass and carbon sequestration of plantation blue gums in south west Western Australia*. Thèse. Curtin University of Technology,
- Burrows, W. (1976) *Aspects of nutrient cycling in semi-arid mallee and mulga communities*. Thèse de doctorat. Australian National University, Canberra.
- Burrows, W., M. Hoffmann, J. Compton, P. Back, et L. Tait (2000) Allometric relationships and community biomass estimates for some dominant eucalypts in Central Queensland woodlands. *Australian Journal of Botany* **48**: 707-714.
- Burrows, W., M. Hoffmann, J. Compton, et P. Back (2001) *Allometric relationships and community biomass stocks in white cypress pine (Callitris glaucophylla) and associated eucalypts of the Carnarvon area - south central Queensland*. National Carbon Accounting System Technical Report No. 33. Australian Greenhouse Office, Canberra. 16 p.
- Buschbacher, R., C. Uhl, et E. Serrao (1988) Abandoned pastures in eastern Amazonia. II. Nutrient stocks in the soil and vegetation. *Journal of Ecology* **76**: 682-701.

14. Caldwell, M. et L. Camp (1974) Belowground productivity of two cool desert communities. *Oecologia* **17**: 123-130.
15. Canadell, J. et F. Roda (1991) Root biomass of *Quercus ilex* in a montane Mediterranean forest. *Canadian Journal of Forest Research* **21**(12): 1771-1778.
16. Chilcott, C. (1998) *The initial impacts of reforestation and deforestation on herbaceous species, litter decomposition, soil biota and nutrients in native temperate pastures on the Northern Tablelands, NSW*. Thèse de doctorat. University of New England, Armidale.
17. Christie, E. (1978) Ecosystem processes in semiarid grasslands. I. Primary production and water use of two communities possessing different photosynthetic pathways. *Australian Journal of Agricultural Research* **29**: 773-787.
18. Christie, E. (1979) Eco-physiological studies of the semiarid grasses *Aristida leptopoda* and *Astrebla lappacea*. *Australian Journal of Ecology* **4**: 223-228.
19. Christie, E. (1981) Biomass and nutrient dynamics in a C₄ semi-arid Australian grassland community. *Journal of Applied Ecology* **18**: 907-918.
20. Cole, D., S. Gessel, et S. Dice (1967) Distribution and cycling of nitrogen, phosphorus, potassium, and calcium in a second-growth Douglas-fir ecosystem. Dans : *Symposium : Primary productivity and mineral cycling in natural ecosystems*. American Association for the Advancement of Science 13th Annual Meeting New York City, December 27, 1967: University of Maine Press.
21. Compton, J., L. Tait, M. Hoffmann, et D. Myles (1999) Root-shoot ratios and root distribution for woodland communities across a rainfall gradient in central Queensland. Dans : *Proceedings of the VI International Rangeland Congress*. Townsville, Australia.
22. Cooksley, D., K. Butler, J. Prinsen, et C. Paton (1988) Influence of soil type on *Heteropogon contortus* - *Bothriochloa bladhii* dominant native pasture in south-eastern Queensland. *Australian Journal of Experimental Agriculture* **28**: 587-591.
23. De Castro, E.A. et J.B. Kauffman (1998) Ecosystem structure in the Brazilian Cerrado: a vegetation gradient of aboveground biomass, root mass and consumption by fire. *Journal of Tropical Ecology* **14**(3): 263-283.
24. De la Cruz, A. et C. Hackney (1977) Energy value, elemental composition, and productivity of belowground biomass of a *Juncus* tidal marsh. *Ecology* **58**: 1165-1170.
25. Drew, W., S. Aksornkoae, et W. Kaitpraneet (1978) An assessment of productivity in successional stages from abandoned swidden (Rai) to dry evergreen forest in northeastern Thailand. *Forest Bulletin* **56**: 31 total.
26. Dylis, N. (1971) Primary production of mixed forests. In: *Productivity of forest ecosystems. Proceedings of the Brussels symposium, 1969*. Paris: UNESCO.
27. Eamus, D., X. Chen, G. Kelley, et L. Hutley (2002) Root biomass and root fractal analyses of an open *Eucalyptus* forest in a savanna of north Australia. *Australian Journal of Botany* **50**: 31-41.
28. Ewel, J. (1971) Biomass changes in early tropical succession. *Turrialba* **21**: 110-112.
29. Forrest, G. (1971) Structure and production of North Pennine blanket bog vegetation. *Journal of Ecology* **59**: 453-479.
30. Garkoti, S. et S. Singh (1995) Variation in net primary productivity and biomass of forests in the high mountains of Central Himalaya. *Journal of Vegetation Science* **6**: 23-28.
31. Golley, F., H. Odum, et R. Wilson (1962) The structure and metabolism of a Puerto Rican red mangrove forest in May. *Ecology* **43**(1): 9-19.
32. Graham, T. (1987) *The effect of renovation practices on nitrogen cycling and productivity of rundown buffel grass pasture*. These de doctorat. University of Queensland.
33. Greenland, D. et J. Kowal (1960) Nutrient content of the moist tropical forest of Ghana. *Plant and Soil* **12**: 154-173.
34. Grouzis, M. et L. Akpo (1997) Influence of tree cover on herbaceous above- and below-ground phytomas in the Sahelian zone of Senegal. *Journal of Arid Environments* **35**: 285-296.
35. Groves, R. et R. Specht (1965) Growth of heath vegetation. 1. Annual growth curves of two heath ecosystems in Australia. *Australian Journal of Botany* **13**: 261-280.
36. Harris, W., R. Kinerson, et N. Edwards (1977) Comparison of belowground biomass of natural deciduous forest and loblolly pine plantations. *Pedobiologica* **17**: 369-381.
37. Hart, P., P. Clinton, R. Allen, A. Nordmeyer, et G. Evans (2003) Biomass and macro-nutrients (above- and below-ground) in a New Zealand beech (*Nothofagus*) forest ecosystem: implications for carbon storage and sustainable forest management. *Forest Ecology and Management* **174**: 281-294.
38. Hoffmann, M. et J. Kummerow (1978) Root studies in the Chilean matorral. *Oecologia* **32**: 57-69.
39. Hussey, A. et S. Long (1982) Seasonal changes in weight of above- and below-ground vegetation and dead plant material in a salt marsh at Colne Point, Essex. *Journal of Ecology* **70**: 757-771.
40. Johnstone, W. (1971) Total standing crop and tree component distributions in three stands of 100-year-old lodgepole pine. Dans : *Forest biomass studies. 15th IUFRO Congress* (éd. H. Young). University of Maine Press, Orono. p. 81-89.
41. Jones, R. (1968) Estimating productivity and apparent photosynthesis from differences in consecutive measurements of total living plant parts of an Australian heathland. *Australian Journal of Botany* **16**: 589-602.
42. Kummerow, J., D. Krause, et W. Jow (1977) Root systems of chaparral shrubs. *Oecologia* **29**: 163-177.
43. Linder, S. et B. Axelsson (1982) Changes in carbon uptake and allocation patterns as a result of irrigation and fertilisation in a young *Pinus sylvestris* stand. Dans : *Carbon Uptake and Allocation: Key to Management of Subalpine Forest Ecosystems* (éd. R. Waring). Forest Research Laboratory, Oregon State University, Corvallis, Oregon. p. 38-44.
44. Litton, C., M. Ryan, D. Tinker, et D. Knight (2003) Belowground and aboveground biomass in young postfire lodgepole pine forests of contrasting tree density. *Canadian Journal of Forest Research* **33**(2): 351-363.
45. Lodhiyal, L. et N. Lodhiyal (1997) Variation in biomass and net primary productivity in short rotation high density central Himalayan poplar plantations. *Forest Ecology and Management* **98**: 167-179.
46. Lodhiyal, N., L. Lodhiyal, et P. Pangtey (2002) Structure and function of Shisham forests in central Himalaya, India: dry matter dynamics. *Annals of Botany* **89**: 41-54.
47. Low, A. et B. Lamont (1990) Aerial and belowground phytomass of *Banksia* scrub-heath at Eneabba, South-Western Australia. *Australian Journal of Botany* **38**: 351-359.
48. Lugo, A. (1992) Comparison of tropical tree plantations with secondary forests of similar age. *Ecological Monographs* **62**: 1-41.

49. Menaut, J. et J. Cesar (1982) The structure and dynamics of a west African savanna. Dans : *Ecology of Tropical Savannas* (éd. B. Huntley and B. Walker). Springer-Verlag, Berlin. p. 80-100.
50. Milchunas, D. et W. Lauenroth (1989) Three-dimensional distribution of plant biomass in relation to grazing and topography in the shortgrass steppe. *Oikos* **55**: 82-86.
51. Misra, R., C. Turnbull, R. Cromer, A. Gibbons, et A. LaSala (1998) Below- and above-ground growth of *Eucalyptus nitens* in a young plantation. I. Biomass. *Forest Ecology and Management* **106**: 283-293.
52. Nepstad, D. (1989) *Forest regrowth in abandoned pastures of eastern Amazonia: limitations to tree seedling survival and growth*. Thèse de doctorat. Yale University, New Haven.
53. Nihlgård, B. (1972) Plant biomass, primary production and distribution of chemical elements in a beech and a planted spruce forest in South Sweden. *Oikos* **23**: 69-81.
54. Ovington, J. (1957a) Dry matter production by *Pinus sylvestris* L. *Annals of Botany, London N.S.* **21**: 287-314.
55. Ovington, J. et H. Madgwick (1959a) Distribution of organic matter and plant nutrients in a plantation of Scotts pine. *Forest Science* **5**: 344-355.
56. Ovington, J. (1963) Plant biomass and productivity of prairie, savanna, oakwood, and maize field ecosystems in central Minnesota. *Ecology* **44**(1): 52-63.
57. Ovington, J. et J. Olson (1970) Biomass and chemical content of El Verde lower montane rain forest plants. Dans : *A tropical rain forest. A study of irradiation and ecology at El Verde, Puerto Rico (Division of Technical Information TID 24270)* (éd. H. Odum et R. Pigeon). US Atomic Energy Commission, Washington DC. p. 53-77.
58. Pearson, J., T. Fahey, et D. Knight (1984) Biomass and leaf area in contrasting lodgepole pine forests. *Canadian Journal of Forest Research* **14**: 259-265.
59. Prasad, R., A. Sah, A. Bhandari, et O. Choubey (1984) Dry matter production by *Eucalyptus camaldulensis* Dehn plantation in Jabalpur. *Indian Forester* **110**: 868-878.
60. Rawat, Y. et J. Singh (1988) Structure and function of oak forests in Central Himalaya. I. Dry matter dynamics. *Annals of Botany* **62**: 397-411.
61. Ritson, P. et S. Sochacki (2003) Measurement and prediction of biomass and carbon content of *Pinus pinaster* trees in farm forestry plantations, south-western Australia. *Forest Ecology and Management* **175**: 103-117.
62. Ruark, G. et J. Bockheim (1988) Biomass, net primary production, and nutrient distribution for an age sequence of *Populus tremuloides*. *Canadian Journal of Forest Research* **18**: 435-443.
63. Shanmughavel, P., Z. Zheng, S. Liqing, et C. Min (2001) Floristic structure and biomass distribution of a tropical seasonal rain forest in Xishuangbanna, southwest China. *Biomass and Bioenergy* **21**: 165-175.
64. Simonovic, V. (1980) Root productivity studies in deciduous forest ecosystem. Dans : *Environment and root behaviour* (éd. N. David). Geobios International, Jodhour, India. p. 213-230.
65. Singh, K. et R. Misra (1979) *Structure and Functioning of Natural, Modified and Silvicultural Ecosystems in Eastern Uttar Pradesh*. Final Technical Report (1975-1978) MAB research project. Banras Hindu University, Varanasi. 160 p.
66. Singh, R. et V. Sharma (1976) Biomass estimation in five different aged plantations of *Eucalyptus tereticornis* Smith in western Uttar Pradesh. Dans : *Oslo Biomass Studies*, University of Maine, Orono. p. 143-161.
67. Singh, S., B. Adhikari, et D. Zobel (1994) Biomass, productivity, leaf longevity, and forest structure in the central Himalaya. *Ecological Monographs* **64**: 401-421.
68. Suzuki, E. et H. Tagawa (1983) Biomass of a mangrove forest and a sedge marsh on Ishigaki Island, south Japan. *Japanese Journal of Ecology* **33**: 231-234.
69. Tanner, E. (1980) Studies on the biomass and productivity in a series of montane rain forests in Jamaica. *Journal of Ecology* **68**: 573-588.
70. Titlyanova, A., G. Rusch, et E. van der Maarel (1988) Biomass structure of limestone grasslands on Öland in relation to grazing intensity. *Acta phytogeographica suecica* **76**: 125-134.
71. Uhl, C. (1987) Factors controlling succession following slash-and-burn agriculture in Amazonia. *Journal of Ecology* **75**: 377-407.
72. van Wijk, M., M. Williams, L. Gough, S. Hobbie, et G. Shaver (2003) Luxury consumption of soil nutrients: a possible competitive strategy in above-ground and below-ground biomass allocation and root morphology for slow growing arctic vegetation? *Journal of Ecology* **91**: 664-676.
73. Werner, P.A. (1986) *Population dynamics and productivity of selected forest trees in Kakadu National Park*. Final report to the Australian National Parks and Wildlife Service. CSIRO Darwin, Tropical Ecosystems Research Centre, p.
74. Werner, P.A. et P.G. Murphy (2001) Size-specific biomass allocation and water content of above- and below-ground components of three *Eucalyptus* species in a northern Australian savanna. *Australian Journal of Botany* **49**(2): 155-167.
75. Westman, E. et R. Whitaker (1975) The pygmy forest region of northern California: studies on biomass and primary productivity. *Journal of Ecology* **63**: 493-520.
76. Westman, W. et R. Rogers (1977) Biomass and structure of a subtropical eucalypt forest, North Stradbroke Island. *Australian Journal of Botany* **25**: 171-191.
77. Whittaker, R. et G. Woodwell (1971) Measurement of net primary production in forests. In: *Productivity of Forest Ecosystems* (Eds.) Paris: UNESCO. p. 159-175.
78. Whittaker, R., F. Borman, G. Likens, et T. Siccama (1974) The Hubbard Brook ecosystem study: forest biomass and production. *Ecological Monographs* **44**: 233-252.
79. Will, G. (1966) Root growth and dry-matter production in a high-producing stand of *Pinus radiata*. *New Zealand Forestry Research Notes* **44**: 1-15.
80. Windham, L. (2001) Comparison of biomass production and decomposition between *Phragmites australis* (common reed) and *Spartina patens* (salt hay grass) in brackish tidal marshes of New Jersey, USA. *Wetlands* **21**(2): 179-188.
81. Zavitkovski, J. et R. Stevens (1972) Primary productivity of red alder ecosystems. *Ecology* **53**: 235-242.

TABLEAU 3A.1.9-1 DENSITES LIGNEUSES DE BASE (D) DU BOIS DE FUT POUR ESPECES ARBOREES BOREALES ET TEMPEREES (tonnes de matière sèche /m³ volume non sec) (A utiliser pour D dans les Equations 3.2.3., 3.2.5, 3.2.7, 3.2.8)		
Espèce ou genre	Densité ligneuse de base m₀/V_{non sec}	Source
Abies	0,40	1
Acer	0,52	1
Alnus	0,45	1
Betula	0,51	1
Carpinus betulus	0,63	3
Castanea sativa	0,48	3
Fagus sylvatica	0,58	1
Fraxinus	0,57	1
Juglans	0,53	3
Larix decidua	0,46	1
Larix kaempferi	0,49	3
Picea abies	0,40	1
Picea sitchensis	0,40	2
Pinus pinaster	0,44	5
Pinus strobus	0,32	1
Pinus sylvestris	0,42	1
Populus	0,35	1
Prunus	0,49	1
Pseudotsuga menziesii	0,45	1
Quercus	0,58	1
Salix	0,45	1
Thuja plicata	0,31	4
Tilia	0,43	1
Tsuga	0,42	4
Sources :		
1. Dietz, P. 1975 : Dichte und Rindengehalt von Industrieholz. Holz Roh- Werkstoff 33 : 135-141		
2. Knigge, W. et Schulz, H. 1966 : Grundriss der Forstbenutzung. Verlag Paul Parey, Hamburg, Berlin		
3. EN 350-2 (1994) : Durability of wood and wood products - Natural durability of solid wood - Part 2: Guide to the natural durability and treatability of selected wood species of importance in Europe		
4. Forest Products Laboratory : Handbook of wood and wood-based materials. Hemisphere Publishing Corporation, New York, Londres		
5. Rijdsdijk, J.F. et Laming, P.B. 1994 : Physical and related properties of 145 timbers. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, Londres		
6. Kollmann, F.F.P. et Coté, W.A. 1968 : Principles of wood science and technology. Springer Verlag, Berlin, New York		

ASIE	D	AMÉRIQUE	D	AFRIQUE	D
Acacia leucophloea	0,76	Albizia spp.	0,52	Afzelia spp.	0,67
Adina cordifolia	0,58, 0,59+	Alcornea spp.	0,34	Aidia ochroleuca	0,78*
Aegle marmelo	0,75	Alexa grandiflora	0,6	Albizia spp.	0,52
Agathis spp.	0,44	Alnus ferruginea	0,38	Allanblackia floribunda	0,63*
Aglaia llanosiana	0,89	Anacardium excelsum	0,41	Allophylus africanus f. acuminatus	0,45
Alangium longiflorum	0,65	Anadenanthera macrocarpa	0,86	Alstonia congensis	0,33
Albizzia amara	0,70*	Andira retusa	0,67	Amphimas pterocarpoides	0,63*
Albizzia falcataria	0,25	Aniba riparia lduckeii	0,62	Anisophyllea obtusifolia	0,63*
Aleurites trisperma	0,43	Antiaris africana	0,38	Annonidium mannii	0,29*
Alnus japonica	0,43	Apeiba echinata	0,36	Anopyxis klaineana	0,74*
Alphitonia zizyphoides	0,5	Artocarpus comunis	0,7	Anthocleista keniensis	0,50*
Alphonsea arborea	0,69	Aspidosperma spp. (araracanga group)	0,75	Anthonotha macrophylla	0,78*
Alseodaphne longipes	0,49	Astronium lecointei	0,73	Anthostemma aubryanum	0,32*
Alstonia spp.	0,37	Bagassa guianensis	0,68, 0,69+	Antiaris spp.	0,38
Amoora spp.	0,6	Banara guianensis	0,61	Antrocaryon klaineum	0,50*
Anisophyllea zeylanica	0,46*	Basiloxylon exelsum	0,58	Aucoumea klaineana	0,37
Anisoptera spp.	0,54	Beilschmiedia sp.	0,61	Autranella congolensis	0,78
Anogeissus latifolia	0,78, 0,79+	Bertholletia excelsa	0,59, 0,63+	Baillonella toxisperma	0,71
Anthocephalus chinensis	0,36, 0,33+	Bixa arborea	0,32	Balanites aegyptiaca	0,63*
Antidesma pleuricum	0,59	Bombacopsis sepium	0,39	Baphia kirkii	0,93*
Aphanamiris perrottetiana	0,52	Borojoa patinoi	0,52	Beilschmiedia louisii	0,70*
Araucaria bidwillii	0,43	Bowdichia spp.	0,74	Beilschmiedia nitida	0,50*
Artocarpus spp.	0,58	Brosimum spp. (alicastrum group)	0,64, 0,66+	Berlinia spp.	0,58
Azadirachta spp.	0,52	Brosimum utile	0,41, 0,46+	Blighia welwitschii	0,74*
Balanocarpus spp.	0,76	Brysenia adenophylla	0,54	Bombax spp.	0,4
Barringtonia edulis *	0,48	Buchenauia capitata	0,61, 0,63+	Brachystegia spp.	0,52
Bauhinia spp.	0,67	Bucida buceras	0,93	Bridelia micrantha	0,47*
Beilschmiedia tawa	0,58	Bulnesia arborea	1	Calpocalyx klainei	0,63*
Berrya cordifolia	0,78*	Bursera simaruba	0,29, 0,34+	Canarium schweinfurthii	0,40*
Bischofia javanica	0,54, 0,58, 0,62+	Byrsonima coriacea	0,64	Canthium rubrocostratum	0,63*
Bleasdalea vitiensis	0,43	Cabralea cangerana	0,55	Carapa procera	0,59
Bombax ceiba	0,33	Caesalpinia spp.	1,05	Casearia battiscombei	0,5
Bombycidendron vidalianum	0,53	Calophyllum sp.	0,65	Cassipourea euryoides	0,70*
Boswellia serrata	0,5	Camposperma panamensis	0,33 ,0,50+	Cassipourea malosana	0,59*
Bridelia squamosa	0,5	Carapa sp.	0,47	Ceiba pentandra	0,26
Buchanania latifolia	0,45	Caryocar spp.	0,69, 0,72+	Celtis spp.	0,59
Bursera serrata	0,59	Casearia sp.	0,62	Chlorophora ercelsa	0,55
Butea monosperma	0,48	Cassia moschata	0,71	Chrysophyllum albidum	0,56*
Calophyllum spp.	0,53	Casuarina equisetifolia	0,81	Cleistanthus mildbraedii	0,87*
Calycarpa arborea	0,53	Catostemma spp.	0,55	Cleistopholis patens	0,36*
Cananga odorata	0,29	Cecropia spp.	0,36	Coelocaryon preussii	0,56''
Canarium spp.	0,44	Cedrela spp.	0,40, 0,46+	Cola sp.	0,70''
Canthium monstrosum	0,42	Cedrelinga catenaeformis	0,41, 0,53+	Combretodendron macrocarpum	0,7
Carallia calycina	0,66*	Ceiba pentandra	0,23,0,24,0,25, 0,29+	Conopharyngia holstii	0,50*

+ Les densités ligneuses spécifiées proviennent de plusieurs sources bibliographiques.
 * La valeur de la densité ligneuse est obtenue par l'équation régressive dans Reyes *et al.* (1992).
 Source: Reyes, G., Brown, S., Chapman, J., et Lugo, A.E. 1992. Wood densities of tropical tree species. Gen. Tech. Rep. SO-88 New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 15pp

TABLEAU 3A.1.9-2 (SUITE)					
DENSITES LIGNEUSES DE BASE (D) DU BOIS DE FUT POUR ESPECES ARBOREES TROPICALES (tonnes de matière sèche /m ³ volume non sec) (A utiliser pour D dans les Equations 3.2.3., 3.2.5, 3.2.7, 3.2.8)					
ASIE	D	AMÉRIQUE	D	AFRIQUE	D
Cassia javanica	0,69	Centrolobium spp.	0,65	Copaifera religiosa .	0,50''
Castanopsis philippensis	0,51	Cespedesia macrophylla	0,63	Cordia millenii	0,34
Casuarina equisetifolia	0,83	Chaetocarpus schomburgkianus	0,8	Cordia platythyrsa	0,36''
Casuarina nodiflora	0,85	Chlorophora tinctoria	0,71, 0,75+	Corynanthe pachyceras	0,63''
Cedrela odorata	0,38	Clarisia racemosa	0,53, 0,57+	Coda edulis	0,78*
Cedrela spp.	0,42	Clusia rosea	0,67	Croton megalocarpus	0,57
Cedrela toona	0,43	Cochlospermum orinocensis	0,26	Cryptosepalum staudtii	0,70*
Ceiba pentandra	0,23	Copaifera spp.	0,46, 0,55+	Ctenolophon englerianus	0,78*
Celtis luzonica	0,49	Cordia spp. (gerascanthus group)	0,74	Cylicodiscus gabonensis	0,8
Chisocheton pentandrus	0,52	Cordia spp. (alliodora group)	0,48	Cynometra alexandri	0,74
Chloroxylon swietenia	0,76, 0,79, 0,80+	Couepia sp.	0,7	Dacryodes spp.	0,61
Chukrassia tabularis	0,57	Couma macrocarpa	0,50, 0,53+	Daniellia ogea	0,40*
Citrus grandis	0,59	Couratari spp.	0,5	Desbordesia pierreana	0,87''
Cleidion speciflorum	0,5	Croton xanthochloros	0,48	Detarium senegalensis	0,63*
Cleistanthus eollinus	0,88	Cupressus lusitanica	0,43, 0,44+	Dialium excelsum	0,78*
Cleistocalyx spp.	0,76	Cyrilla racemiflora	0,53	Didelotia africana	0,78''
Cochlospermum gossypium+religiosum	0,27	Dactyodes colombiana	0,51	Didelotia letouzeyi	0,5
Cocos nucifera	0,5	Dacryodes excelsa	0,52, 0,53+	Diospyros spp.	0,82
Colona serratifolia	0,33	Dalbergia retusa.	0,89	Discoglyprena caloneura	0,32*
Combretodendron quadrialatum	0,57	Dalbergia stevensonii	0,82	Distemonanthus benthamianus	0,58
Cordia spp.	0,53	Declinanona calycina	0,47	Drypetes sp.	0,63*
Cotylelobium spp.	0,69	Dialium guianensis	0,87	Ehretia acuminata	0,51*
Crataeva religiosa	0,53*	Dialyanthera spp.	0,36, 0,48+	Enantia chlorantha	0,42''
Cratoxylon arborescens	0,4	Dicorynia paraensis	0,6	Endodesmia calophylloides	0,66''
Cryptocarya spp.	0,59	Didymopanax sp.	0,74	Entandrophragma utile	0,53
Cubilia cubili	0,49	Dimorphandra mora	0,99*	Eribroma oblongum	0,60*
Cullenia excelsa	0,53	Diploptropis purpurea	0,76, 0,77, 0,78+	Eriocoelum microspermum	0,50''
Cynometra spp.	0,8	Dipterix odorata	0,81, 0,86, 0,89+	Erismadelphus ensul	0,56*
Dacrycarpus imbricatus	0,45, 0,47+	Drypetes variabilis	0,69	Erythrina vogelii	0,25''
Dacrydium spp.	0,46	Dussia lehmannii	0,59	Erythrophleum ivorense	0,72
Dacryodes spp.	0,61	Eccelinusa guianensis	0,63	Erythroxyllum mannii	0,5
Dalbergia paniculata	0,64	Endlicheria cocvirey	0,39	Fagara macrophylla	0,69
Decussocarpus vitiensis	0,37	Enterolobium schomburgkii	0,82	Ficus iteophylla	0,40''
Degeneria vitiensis	0,35	Eperua spp.	0,78	Fumtumia latifolia	0,45*
Dehaasia triandra	0,64	Eriotheca sp.	0,4	Gambeya spp.	0,56*
Dialium spp.	0,8	Erisma uncinatum	0,42, 0,48+	Garcinia punctata	0,78''
Dillenia spp.	0,59	Erythrina sp.	0,23	Gilletiodendron mildbraedii	0,87''
Diospyros spp.	0,7	Eschweilera spp.	0,71, 0,79, 0,95+	Gossweilerodendron balsamiferum	0,4
Diplodiscus paniculatus	0,63	Eucalyptus robusta	0,51	Guarea thompsonii	0,55''
Dipterocarpus caudatus	0,61	Eugenia stahlil	0,73	Guibourtia spp.	0,72
Dipterocarpus eurynchus	0,56	Euxylophora paraensis	0,68, 0,70+	Hannoa klaineana	0,28''
Dipterocarpus gracilis	0,61	Fagara spp.	0,69	Harungana madagascariensis	0,45''
Dipterocarpus grandiflorus	0,62	Ficus sp.	0,32	Hexalobus crispiflorus	0,48''
Dipterocarpus kerrii	0,56	Genipa spp.	0,75	Holoptelea grandis	0,59''

+ Les densités ligneuses spécifiées proviennent de plusieurs sources bibliographiques.
* La valeur de la densité ligneuse est obtenue par l'équation régressive dans Reyes *et al.* (1992).
Source: Reyes, G., Brown, S., Chapman, J., et Lugo, A.E. 1992. Wood densities of tropical tree species. Gen. Tech. Rep. SO-88 New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 15pp

TABLEAU 3A.1.9-2 (SUITE)					
DENSITES LIGNEUSES DE BASE (D) DU BOIS DE FUT POUR ESPECES ARBOREES TROPICALES (tonnes de matière sèche /m ³ volume non sec) (A utiliser pour D dans les Equations 3.2.3., 3.2.5, 3.2.7, 3.2.8)					
ASIE	D	AMÉRIQUE	D	AFRIQUE	D
<i>Dipterocarpus kunstlerii</i>	0,57	<i>Goupia glabra</i>	0,67, 0,72+	<i>Homalium</i> spp.	0,7
<i>Dipterocarpus</i> spp.	0,61	<i>Guarea chalde</i>	0,52	<i>Hylodendron gabonense</i> .	0,78''
<i>Dipterocarpus warburgii</i>	0,52	<i>Guarea</i> spp.	0,52	<i>Hymenostegia pellegrini</i>	0,78''
<i>Dracontomelon</i> spp.	0,5	<i>Guatteria</i> spp.	0,36	<i>Irvingia grandifolia</i>	0,78''
<i>Dryobalanops</i> spp.	0,61	<i>Guazuma ulmifolia</i>	0,52, 0,50+	<i>Julbernardia globiflora</i>	0,78
<i>Dtypetes bordenii</i>	0,75	<i>Guettarda scabra</i>	0,65	<i>Khaya ivorensis</i>	0,44
<i>Durio</i> spp.	0,53	<i>Guillielma gasipae</i>	0,95, 1,25+	<i>Klainedoxa gabonensis</i>	0,87
<i>Dyera costulata</i>	0,36	<i>Gwtavia</i> sp.	0,56	<i>Lannea welwitschii</i>	0,45'''
<i>Dysoxylum quercifolium</i>	0,49	<i>Helicostylis tomentosa</i>	0,68, 0,72+	<i>Lecomtedoxa klainenna</i>	0,78''
<i>Elaeocarpus serratus</i>	0,40*	<i>Hernandia Sonora</i>	0,29	<i>Letestua durissima</i>	0,87''
<i>Embllica officinalis</i>	0,8	<i>Hevea brasiliense</i>	0,49	<i>Lophira alata</i>	0,87''
<i>Endiandra laxiflora</i>	0,54	<i>Himatanthus articulata</i>	0,40, 0,54+	<i>Lovoa trichilioides</i>	0,45''
<i>Endospermum</i> spp.	0,38	<i>Hirtella davisii</i>	0,74	<i>Macaranga kilimandscharica</i>	0,40*
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	0,35	<i>Humiria balsamifera</i>	0,66, 0,67+	<i>Maesopsis eminii</i>	0,41
<i>Epicharis cumingiana</i>	0,73	<i>Humirastrum procera</i>	0,7	<i>Malacantha</i> sp. aff. <i>alnifolia</i>	0,45''
<i>Erythrina subumbrans</i>	0,24	<i>Hura crepitans</i>	0,36, 0,37, 0,38+	<i>Mammea africana</i>	0,62
<i>Erythrophloeum densiflorum</i>	0,65	<i>Hyeronima alchorneoides</i>	0,60, 0,64+	<i>Manilkara lacera</i>	0,78''
<i>Eucalyptus citriodora</i>	0,64	<i>Hyeronima laxiflora</i>	0,59	<i>Markhamia platycalyx</i>	0,45*
<i>Eucalyptus deglupta</i>	0,34	<i>Hymenaea davisii</i>	0,67	<i>Memecylon capitellatum</i>	0,77''
<i>Eugenia</i> spp.	0,65	<i>Hymenolobium</i> sp.	0,64	<i>Microberlinia brazzavillensis</i>	0,7
<i>Fagraea</i> spp.	0,73	<i>Inga</i> sp.	0,49, 0,52, 0,58, 0,64+	<i>Microcos coriaceus</i>	0,42''
<i>Ficus benjamina</i>	0,65	<i>Iryanthera</i> spp.	0,46	<i>Milletia</i> spp.	0,72
<i>Ficus</i> spp.	0,39	<i>Jacaranda</i> sp.	0,55	<i>Mitragyna stipulosa</i>	0,47
<i>Ganua obovatifolia</i>	0,59	<i>Joannesia heveoides</i>	0,39	<i>Monopetalanthus pellegrinii</i>	0,47''
<i>Garcinia myrtifolia</i>	0,65	<i>Lachmellea speciosa</i>	0,73	<i>Musanga cecropioides</i>	0,23
<i>Garcinia</i> spp.	0,75	<i>Laetia procera</i>	0,68	<i>Nauclea diderichii</i>	0,63
<i>Gardenia turgida</i>	0,64	<i>Lecythis</i> spp.	0,77	<i>Neopoutonia macrocalyx</i>	0,32''
<i>Garuga pinnata</i>	0,51	<i>Licania</i> spp.	0,78	<i>Nesogordonia papaverifera</i>	0,65
<i>Gluta</i> spp.	0,63	<i>Licaria</i> spp.	0,82	<i>Ochtocosmus africanus</i>	0,78'
<i>Gmelina arborea</i>	0,41, 0,45+	<i>Lindackeria</i> sp.	0,41	<i>Odyndea</i> spp.	0,32
<i>Gmelina vitiensis</i>	0,54	<i>Linociera domingensis</i>	0,81	<i>Oldfieldia africana</i>	0,78*
<i>Gonocaryum calleryanum</i>	0,64	<i>Lonchocarpus</i> spp.	0,69	<i>Ongokea gore</i>	0,72
<i>Gonystylus punctatus</i>	0,57	<i>Loxopterygium sagotii</i>	0,56	<i>Oxystigma oxyphyllum</i>	0,53
<i>Grewia tiliaefolia</i>	0,68	<i>Lucuma</i> spp.	0,79	<i>Pachyelasma tessmannii</i>	0,70''
<i>Hardwickia binata</i>	0,73	<i>Luehea</i> spp.	0,5	<i>Pachypodanthium staudtii</i>	0,58''
<i>Harpullia arborea</i>	0,62	<i>Lueheopsis duckeana</i>	0,64	<i>Paraberlinia bifoliolata</i>	0,56''
<i>Heritiera</i> spp.	0,56	<i>Mabea piriri</i>	0,59	<i>Parinari glabra</i>	0,87''
<i>Hevea brasiliensis</i>	0,53	<i>Machaerium</i> spp.	0,7	<i>Parkia bicolor</i>	0,36''
<i>Hibiscus tiliaceus</i>	0,57	<i>Macoubea guianensis</i>	0,40*	<i>Pausinystalia brachythyrsa</i>	0,56''
<i>Homalanthus populneus</i>	0,38	<i>Magnolia</i> spp.	0,52	<i>Pausinystalia</i> cf. <i>talbotii</i>	0,56''
<i>Homalium</i> spp.	0,76	<i>Maguira sclerophylla</i>	0,57	<i>Pentaclethra macrophylla</i>	0,78''
<i>Hopea acuminata</i>	0,62	<i>Mammea americana</i>	0,62	<i>Pentadesma butyracea</i>	0,78''
<i>Hopea</i> spp.	0,64	<i>Mangifera indica</i>	0,55	<i>Phyllanthus discoideus</i>	0,76''
<i>Intsia palembanica</i>	0,68	<i>Manilkara</i> sp.	0,89	<i>Pierreodendron africanum</i>	0,70;''
<i>Kayea garciae</i>	0,53	<i>Marila</i> sp.	0,63	<i>Piptadeniastrum africanum</i>	0,56

+ Les densités ligneuses spécifiées proviennent de plusieurs sources bibliographiques.

* La valeur de la densité ligneuse est obtenue par l'équation régressive dans Reyes *et al.* (1992).

Source: Reyes, G., Brown, S., Chapman, J., et Lugo, A.E. 1992. Wood densities of tropical tree species. Gen. Tech. Rep. SO-88 New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 15pp

TABLEAU 3A.1.9-2 (SUITE)					
DENSITES LIGNEUSES DE BASE (D) DU BOIS DE FUT POUR ESPECES ARBOREES TROPICALES (tonnes de matière sèche /m ³ volume non sec) (A utiliser pour D dans les Equations 3.2.3., 3.2.5, 3.2.7, 3.2.8)					
ASIE	D	AMÉRIQUE	D	AFRIQUE	D
Kingiodendron alternifolium	0,48	Marmaroxylon racemosum	0,78*	Plagiostyles africana	0,70''
Kleinhovia hospita	0,36	Matayba domingensis	0,7	Poga oleosa	0,36
Knema spp.	0,53	Matisia hirta	0,61	Polyalthia suaveolens	0,66''
Koompassia excelsa	0,63	Maytenus spp.	0,71	Premna angolensis	0,63''
Koordersiodendron pinnatum	0,65, 0,69+	Mezilaurus lindaviana	0,68	Pteleopsis hylodendron	0,63*
Kydia calycina	0,72	Michropholis spp.	0,61	Pterocarpus soyauxii	0,61
Lagerstroemia spp.	0,55	Minquartia guianensis	0,76, 0,79+	Pterygota spp.	0,52
Lanea grandis	0,5	Mora sp.	0,71	Pycnanthus angolensis	0,4
Leucaena leucocephala	0,64	Mouriria sideroxylon	0,88	Randia cladantha	0,78*
Litchi chinensis ssp. philippinensis	0,88	Myrciaria floribunda	0,73	Rauwolfia macrophylla	0,47*
Lithocarpus soleriana	0,63	Myristica spp.	0,46	Ricinodendron heudelotii	0,2
Litsea spp.	0,4	Myroxylon balsamum	0,74, 0,76, 0,78+	Saccoglottis gabonensis	0,74''
Lophopetalum spp.	0,46	Nectandra spp.	0,52	Santiria trimera	0,53*
Macaranga denticulata	0,53	O c o t e a spp.	0,51	Sapium ellipticum	0,50*
Madhuca oblongifolia	0,53	Onychopetalum amazonicum	0,64	Schrebera arborea	0,63*
Mallotus philippensis	0,64	Ormosia spp.	0,59	Sclerodophloeus zenkeri	0,68*
Mangifera spp.	0,52	Ouratea sp.	0,66	Scottellia coriacea	0,56
Maniltoa minor	0,76	Pachira acuatica	0,43	Scyphocephalum ochocoa	0,48
Mastixia philippinensis	0,47	Paratecoma peroba	0,6	Scytopetalum tieghemii	0,56''
Melanorrhea spp.	0,63	Parinari spp.	0,68	Sindoropsis letestui	0,56*
Melia dubia	0,4	Parkia spp.	0,39	Staudtia stipitata	0,75
Melicope triphylla	0,37	Peltogyne spp.	0,79	Stemonocoleus micranthus	0,56''
Meliosma macrophylla	0,27	Pentaclethra macroloba	0,65, 0,68+	Sterculia rhinopetala	0,64
Melochia umbellata	0,25	Peru glabrata	0,65	Strephonema pseudocola	0,56*
Me&a ferrea	0,83, 0,85+	Peru schomburgkiana	0,59	Strombosiopsis tetrandra	0,63''
Metrosideros collina	0,70, 0,76+	Persea spp.	0,40, 0,47, 0,52+	Swartzia fistuloides	0,82
Michelia spp.	0,43	Petitia domingensis	0,66	Symphonia globulifera	0,58''
Microcos stylocarpa	0,4	Pinus caribaea	0,51	Syzygium cordatum	0,59*
Micromelum compressum	0,64	Pinus oocarpa	0,55	Terminalia superba	0,45
Milliusa velutina	0,63	Pinus patula	0,45	Tessmania africana	0,85''
Mimusops elengi	0,72*	Piptadenia sp.	0,58	Testulea gabonensis	0,6
Mitragyna parviflora	0,56	Piranhea longepedunculata	0,9	Tetraberlinia tubmaniana	0,60''
Myristica spp.	0,53	Piratinea guianensis	0,96	Tetrapleura tetraptera	0,50''
Neesia spp.	0,53	Pithecellobium guachapele (syn. Pseudosamea)	0,56	Tieghemella heckelii	0,55''
Neonauclea bernardoi	0,62	Platonia insignis	0,70'	Trema sp.	0,40*
Neotrewia cumingii	0,55	Platymiscium spp.	0,71, 0,84+	Trichilia prieureana	0,63''
Ochna foxworthyi	0,86	Podocarpus spp.	0,46	Trichoscypha arborea	0,59''
Ochroma pyramidale	0,3	Pourouma aff. melinonii	0,32	Triplochiton scleroxylon.	0,32
Octomeles sumatrana	0,27, 0,32+	Pouteria spp.	0,64, 0,67+	Uapaca spp.	0,6
Oroxylon indicum	0,32	Prioria copaifera	0,40, 0,41+	Vepris undulata	0,70''
Ougenia dalbergiodes	0,7	Protium spp.	0,53, 0,64+	Vitex doniana	0,4
Palaquium spp.	0,55	Pseudolmedia laevigata	0,64	Xylopia staudtii	0,36*
Pangium edule	0,5	Pterocarpus spp.	0,44		
Parashorea malaanonan	0,51	Pterogyne nitens	0,66		
Parashorea stellata	0,59	Qualea albiflora	0,5		
Paratrophis glabra	0,77	Qualea cf. lancifolia	0,58		
Parinari spp.	0,68	Qualea dinizii	0,58		

+ Les densités ligneuses spécifiées proviennent de plusieurs sources bibliographiques.

* La valeur de la densité ligneuse est obtenue par l'équation régressive dans Reyes *et al.* (1992).

Source: Reyes, G., Brown, S., Chapman, J., et Lugo, A.E. 1992. Wood densities of tropical tree species. Gen. Tech. Rep. SO-88 New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 15pp

TABLEAU 3A.1.9-2 (SUITE)					
DENSITES LIGNEUSES DE BASE (D) DU BOIS DE FUT POUR ESPECES ARBOREES TROPICALES (tonnes de matière sèche /m³ volume non sec) (A utiliser pour D dans les Equations 3.2.3., 3.2.5, 3.2.7, 3.2.8)					
ASIE	D	AMÉRIQUE	D	TROPICAL AFRICA	D
Parkia roxburghii	0,34	Qualea spp.	0,55		
Payena spp.	0,55	Quararibaea guianensis	0,54		
Peltophorum pterocarpum	0,62	Quercus alata	0,71		
Pentace spp.	0,56	Quercus costaricensis	0,61		
Phacanthus ebracteolatus	0,56	Quercus eugeniaefolia	0,67		
Phyllocladus hypophyllus	0,53	Quercus spp.	0,7		
Pinus caribaea	0,48	Raputia sp.	0,55		
Pinus insularis	0,47, 0,48+	Rheedia spp.	0,72		
Pinus merkusii	0,54	Rollinia spp.	0,36		
Pisonia umbellifera	0,21	Saccoglottis cydonioides	0,72		
Pittosporum pentandrum	0,51	Sapium spp.	0,47, 0,72+		
Planchonia spp.	0,59	Schinopsis spp.	1		
Podocarpus spp.	0,43	Sclerobium spp.	0,47		
Polyalthia flava	0,51	Sickingia spp.	0,52		
Polyscias nodosa	0,38	Simaba multiflora	0,51		
Pometia spp.	0,54	Simarouba amara	0,32, 0,34, 0,38+		
Pouteria villamilii	0,47	Sloanea guianensis	0,79		
Premna tomentosa	0,96	Spondias mombin	0,30, 0,40 ,0,41+		
Pterocarpus marsupium	0,67	Sterculia spp.	0,55		
Pterocymbium tinctorium	0,28	Stylogyne spp.	0,69		
Pyge'um vulgare	0,57	Swartzia spp.	0,95		
Quercus spp.	0,7	Swietenia macrophylla	0,42 ,0,45 ,0,46, 0,54+		
Radermachera pinnata	0,51	Symphonia globulifera	0,68		
Salmalia malabarica	0,32, 0,33+	Tabebuia spp. (lapacho group)	0,91		
Samanea saman	0,45, 0,46+	Tabebuia spp. (roble)	0,52		
Sandoricum vidalii	0,43	Tabebuia spp. (white cedar)	0,57		
Sapindus saponaria	0,58	Tabebuia stenocalyx	0,55, 0,57+		
Sapium luzontcum	0,4	Tachigalia myrmecophylla	0,56		
Schleichera oleosa	0,96	Talisia sp.	0,84		
Schrebera swietenoides	0,82	Tapirira guianensis	0,47*		
Semicarpus anacardium	0,64	Terminalia sp.	0,50, 0,51, 0,58+		
Serialbizia acle	0,57	Tetragastris altissima	0,61		
Serianthes melanesica	0,48	Toluifera balsamum	0,74		
Sesbania grandiflora	0,4	Torrubia sp.	0,52		
Shorea assamica forma philippinensis	0,41	Toulicia pulvinata	0,63		
Shorea astylosa	0,73	Tovomita guianensis	0,6		
Shorea ciliata	0,75	Trattinickia sp.	0,38		
Shorea contorta	0,44	Trichilia propingua	0,58		
Shorea gisok	0,76	Trichosperma mexicanum	0,41		
Shorea guiso	0,68	Triplaris spp.	0,56		
Shorea hopeifolia	0,44	Trophis sp.	0,54		
Shorea malibato	0,78	Vatairea spp.	0,6		
Shorea negrosensis	0,44	Virola spp.	0,40, 0,44, 0,48+		
Shorea palosapis	0,39	Vismia spp.	0,41		
Shorea plagata	0,7	Vitex spp.	0,52, 0,56, 0,57+		

+ Les densités ligneuses spécifiées proviennent de plusieurs sources bibliographiques.
 * La valeur de la densité ligneuse est obtenue par l'équation régressive dans Reyes *et al.* (1992).
 Source: Reyes, G., Brown, S., Chapman, J., et Lugo, A.E. 1992. Wood densities of tropical tree species. Gen. Tech. Rep. SO-88 New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 15pp

TABLEAU 3A.1.9-2 (SUITE)					
DENSITES LIGNEUSES DE BASE (D) DU BOIS DE FUT POUR ESPECES ARBOREES TROPICALES (tonnes de matière sèche /m ³ volume non sec) (A utiliser pour D dans les Equations 3.2.3., 3.2.5, 3.2.7, 3.2.8)					
ASIE	D	AMÉRIQUE	D	AFRIQUE	D
Shorea polita	0,47	Vitex stahelii	0,6		
Shorea polysperma	0,47	Vochysia spp.	0,40, 0,47, 0,79+		
Shorea robusta	0,72	Vouacapoua americana	0,79		
Shorea spp. balau group	0,7	Warszewicia coccinea	0,56		
Shorea spp. dark red meranti	0,55	Xanthoxylum martinicensis	0,46		
Shorea spp. light red meranti	0,4	Xanthoxylum spp.	0,44		
Shorea spp. white meranti	0,48	Xylopi frutescens	0 64*		
Shorea spp. yellow meranti	0,46				
Shorea virescens	0,42				
Sloanea javanica	0,53				
Soymida febrifuga	0,97				
Spathodea campanulata	0,25				
Stemonurus luzoniensis	0,37				
Sterculia vitiensis	0,31				
Stereospermum suaveolens	0,62				
Strombosia philippinensis	0,71				
Strychnos potatorum	0,88				
Swietenia macrophylla	0,49, 0,53+				
Swintonia foxworthyi	0,62				
Swintonia spp.	0,61				
Sycopsis dunni	0,63				
Syzygium spp.	0,69, 0,76+				
Tamarindus indica	0,75				
Tectona grandis	0,50, 0,55+				
Teijsmanniodendron ahernianum	0,9				
Terminalia citrina	0,71				
Terminalia copelandii	0,46				
Terminalia foetidissima	0,55				
Terminalia microcarpa	0,53				
Terminalia nitens	0,58				
Terminalia pterocarpa	0,48				
Terminalia tomentosa	0,73, 0,76, 0,77+				
Ternstroemia megacarpa	0,53				
Tetrameles nudiflora	0,3				
Tetramerista glabra	0,61				
Thespesia populnea	0,52				
Toona calantas	0,29				
Trema orientalis	0,31				

+ Les densités ligneuses spécifiées proviennent de plusieurs sources bibliographiques.
* La valeur de la densité ligneuse est obtenue par l'équation régressive dans Reyes *et al.* (1992).
Source: Reyes, G., Brown, S., Chapman, J., et Lugo, A.E. 1992. Wood densities of tropical tree species. Gen. Tech. Rep. SO-88 New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 15pp.

ASIE	D	AMÉRIQUE	D	AFRIQUE	D
Trichospermum richii	0,32				
Tristania spp.	0,80				
Turpinia ovalifolia	0,36				
Vateria indica	0,47*				
Vatica spp.	0,69				
Vitex spp.	0,65				
Wallacedendron celebicum	0,55, 0,57+				
Weinmannia luzoniensis	0,49				
Wrightia tinctoria	0,75				
Xanthophyllum excelsum	0,63				
Xanthostemon verdugonianus	1,04				
Xylia xylocarpa	0,73, 0,81+				
Zanthoxylum rhetsa	0,33				
Zizyphus spp.	0,76				

+ Les densités ligneuses spécifiées proviennent de plusieurs sources bibliographiques.
 * La valeur de la densité ligneuse est obtenue par l'équation régressive dans Reyes *et al.* (1992).
 Source: Reyes, G., Brown, S., Chapman, J., et Lugo, A.E. 1992. Wood densities of tropical tree species. Gen. Tech. Rep. SO-88 New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 15pp.

Zone climatique	Type de forêt	Dhp minimum (cm)	FEB ₂ (sur écorce) à utiliser avec les données de biomasse sur pied (Equation 3.2.3)	FEB ₁ (sur écorce) à utiliser avec les données d'accroissement (Equation 3.2.5)
Boréale	Conifères	0-8,0	1,35 (1,15-3,8)	1,15 (1-1,3)
	Caducifoliée	0-8,0	1,3 (1,15-4,2)	1,1 (1-1,3)
Tempérée	Conifères : Epinettes-Sapins	0-12,5	1,3 (1,15-4,2)	1,15 (1-1,3)
		0-12,5	1,3 (1,15-3,4)	1,05 (1-1,2)
	Caducifoliée	0-12,5	1,4 (1,15-3,2)	1,2 (1,1-1,3)
Tropicale	Pins	10,0	1,3 (1,2-4,0)	1,2 (1,1-1,3)
	Caducifoliée	10,0	3,4 (2,0-9,0)	1,5 (1,3-1,7)

Remarque : Les FEB₂ indiqués ici représentent des moyennes pour la biomasse sur pied ou les âges moyens; la limite supérieure de la plage représente des jeunes forêts ou des forêts à croissance lente; la limite inférieure de la plage correspond approximativement aux forêts matures ou à croissance rapide. Les valeurs sont applicables à la biomasse sur pied (poids sec) écorce comprise et pour un diamètre à hauteur de poitrine minimum; les diamètres supérieurs minimum et le traitement des branches n'est pas spécifié. Le résultat est la biomasse arborée aérienne.
 Sources: Isaev *et al.*, 1993; Brown, 1997; Brown et Schroeder, 1999; Schoene, 1999; ECE/FAO TBFRA, 2000; Lowe *et al.*, 2000; se référer également au Document de travail [Working Paper] FRA 68 et 69 pour des valeurs moyennes pour les pays en développement (<http://www.fao.org/forestry/index.jsp>)

Région	f _{BL}
Boréale, à gestion intensive	0,07
Tempérée, à gestion intensive	0,1
Forêts tempérées semi-naturelles	0,15
Plantation tropicale	0,25
Forêts primaires tropicales – Coupes sélectives	0,4

TABLEAU 3A.1.12 VALEURS DES FACTEURS DE COMBUSTION (PROPORTION DE BIOMASSE PRESENTE AVANT LE FEU CONSUMEE) POUR DES FEUX DE DIVERS TYPES DE VEGETATION. (Les valeurs dans la colonne « moyenne » doivent être utilisées pour (1-f _{BL}) dans l'Equation 3.2.9. et pour ρ _{brûlage} sur site dans l'Equation 3.3.10)							
Type de végétation	Sous-catégorie	Moyenne	SD	No.m ¹	Plage	No.p ²	Références
Forêt primaire tropicale (brûlis)	Forêt primaire tropicale	0,32	0,12	14	0.20 – 0.62	17	7, 8, 15, 56, 66, 3, 16, 53, 17, 45,
	Forêt primaire tropicale claire	0,45	0,09	3	0.36 – 0.54	3	21
	Forêt primaire tropicale humide	0,50	0,03	2	0.39 – 0.54	2	37, 73
	Forêt primaire tropicale sèche	-	-	0	0.78 – 0.95	1	66
Toutes les forêts primaires tropicales		0.36	0.13	19	0.19 – 0.95	23	
Forêt secondaire tropicale (brûlis)	Forêt secondaire tropicale jeune (3-5 ans)	0,46	-	1	0.43 – 0.52	1	61
	Forêt secondaire tropicale intermédiaire (6-10 ans)	0,67	0,21	2	0.46 – 0.90	2	61, 35
	Forêt secondaire tropicale mature (14-17 ans)	0,50	0,10	2	0.36 – 0.79	2	61, 73
Toutes les forêts secondaires tropicales		0.55	0.06	8	0.36 – 0.90	9	56, 66, 34, 30
Toutes les forêts tertiaires tropicales		0.59	-	1	0.47 – 0.88	2	66, 30
Forêt boréale	Feu irréprimé (général)	0,40	0,06	2	0.36 – 0.45	2	33
	Feu de cimes	0,43	0,21	3	0.18 – 0.76	6	66, 41, 64, 63
	Feu de surface	0,15	0,08	3	0.05 – 0.73	3	64, 63
	Brûlis post abattage	0,33	0,13	4	0.20 – 0.58	4	49, 40, 18
	Feu de défrichage	0,59	-	1	0.50 – 0.70	1	67
Toutes les forêts boréales		0.34	0.17	15	0.05 – 0.76	16	45, 47
Forêts d'eucalyptus	Feu irréprimé	-	-	0	-	0	
	Brûlage dirigé – (surface)	0,61	0,11	6	0.50 – 0.77*	6	72, 54, 60, 9
	Brûlis post abattage	0,68	0,14	5	0.49 – 0.82	5	25, 58, 46
	Abattage et brûlis (feu de défrichage)	0,49	-	1	-	1	62
Toutes les forêts d'eucalyptus		0.63	0.13	12	0.49 – 0.82	12	
Autres forêts tempérées	Brûlis post abattage	0,62	0,12	7	0.48 – 0.84	7	55, 19, 27, 14
	Abattage et brûlis (feu de défrichage)	0,51	-	1	0.16 – 0.58	3	53, 24, 71
Toutes les « autres » forêts tempérées		0.45	0.16	19	0.16 – 0.84	17	53, 56
Zones arbustives	Zones arbustives (générales)	0,95	-	1	-	1	44
	Lande <i>Calluna</i>	0,71	0,30	4	0.27 – 0.98	4	26, 56, 39
	Fynbos	0,61	0,16	2	0.50 – 0.87	2	70, 44
Toutes les zones arbustives		0.72	0.25	7	0.27 – 0.98	7	
Savanes arborées (feux de début de saison sèche)*	Savane arborée [@]	0,22	-	1	0.01 – 0.47	1	28
	Savane-prairie	0,73	-	1	0.44 – 0.87	1	57
	Autres savanes arborées	0,37	0,19	4	0.14 – 0.63	4	22, 29
Toutes les savanes arborées (feux de début de saison sèche)		0.40	0.22	6	0.01 – 0.87	6	
Savanes arborées (feux de mi-saison/fin de saison sèche)*	Savane arborée [@]	0,72	-	1	0.71 – 0.88	2	66, 57
	Savane-prairie	0,82	0,07	6	0.49 – 0.96	6	57, 6, 51
	Savane tropicale [#]	0,73	0,04	3	0.63 – 0.94	5	52, 73, 66, 12
	Autres savanes arborées	0,68	0,19	7	0.38 – 0.96	7	22, 29, 44, 31, 57
Toutes les savanes arborées (feux de mi-saison/fin de saison sèche)*		0.74	0.14	17	0.29 – 0.96	20	

¹ No. m = nombre d'observations pour la moyenne
² No. p = nombre d'observations pour la plage
 * Uniquement combustion de la couche superficielle, [#] campo cerrado, cerrado sensu stricto, ^S campo sujo, campo limpo, dambo, [@] miombo
 ~ obtenu pour la forêt tropicale brûlée (inclut le matériau ligneux non brûlé)

Type de végétation	Sous-catégorie	Moyenne	SD	No.m ¹	Plage	No.p ²	Références
Savane-prairies/ Pâturages (feux de début de saison sèche)*	Prairie tropicale/sous-tropicale ^S	0,74	-	1	0,44 – 0,98	1	28
	Prairie	-	-	0	0,18 – 0,78	1	48
Toutes les savanes-prairies (feux de début de saison sèche)*		0,74	-	1	0,18 – 0,98	2	
Savane-prairies/ Pâturages (feux de mi-saison/fin de saison sèche)*	Prairie tropicale/sous-tropicale ^S	0,92	0,11	7	0,71 – 1,00	8	44, 73, 66, 12, 57
	Pâturage tropical [~]	0,35	0,21	6	0,19 – 0,81	7	4, 23, 38, 66
	Savane	0,86	0,12	16	0,44 – 1,00	23	53, 5, 56, 42, 50, 6, 45, 13, 44, 65, 66
Toutes les savanes-prairies (feux de mi-saison/fin de saison sèche)*		0,77	0,26	29	0,19 – 1,00	38	
Autres types de végétation	Tourbières	0,50	-	1	0,50 – 0,68	2	20, 44
	Zones humides tropicales	0,70	-	1	-	1	44

Type de végétation	Sous-catégorie	Moyenne	SE	No. m ¹	Plage	No. p ²	Références
Forêt primaire tropicale (brûlis)	Forêt primaire tropicale	83,9	25,8	6	10 – 228	9	7, 15, 66, 3, 16, 17, 45
	Forêt primaire tropicale claire	163,6	52,1	3	109,9 – 214	3	21,
	Forêt primaire tropicale humide	160,4	11,8	2	115,7 – 216,6	2	37, 73
	Forêt primaire tropicale sèche	-	-	0	57 – 70	1	66
Toutes les forêts primaires tropicales		119,6	50,7	11	10 – 228	15	
Forêt secondaire tropicale (brûlis)	Forêt secondaire tropicale jeune (3-5 ans)	8,1	-	1	7,2 – 9,4	1	61
	Forêt secondaire tropicale intermédiaire (6-10 ans)	41,1	27,4	2	18,8 – 66	2	61, 35
	Forêt secondaire tropicale matures (14-17 ans)	46,4	8,0	2	29,1 – 63,2	2	61, 73
Toutes les forêts secondaires tropicales		42,2	23,6	5	7,2 – 93,6	5	66, 30
Toutes les forêts tertiaires tropicales		54,1	-	1	4,5 – 53	2	66, 30
Forêt boréale	Feu irréprimé (général)	52,8	48,4	6	18 – 149	6	2, 33, 66
	Feu de cimes	25,1	7,9	10	15 – 43	10	11, 43, 66, 41, 63, 64
	Feu de surface	21,6	25,1	12	1,0 – 148	13	43, 69, 66, 63, 64, 1
	Brûlis post abattage	69,6	44,8	7	7 – 202	9	49, 40, 66, 18
	Feu de défrichage	87,5	35,0	3	48 – 136	3	10, 67
Toutes les forêts boréales		41,0	36,5	44	1,0 – 202	49	43, 45, 69, 47
Forêts d'eucalyptus	Feu irréprimé	53,0	53,6	8	20 – 179	8	66, 32, 9
	Brûlage dirigé – (surface)	16,0	13,7	8	4,2 – 17	8	66, 72, 54, 60, 9
	Brûlis post abattage	168,4	168,8	5	34 – 453	5	25, 58, 46
	Abattage et brûlis (feu de défrichage)	132,6	-	1	50 – 133	2	62, 9
Toutes les forêts d'eucalyptus		69,4	100,8	22	4,2 – 453	23	

TABLEAU 3A.1.13 (SUITE)							
VALEURS DE CONSOMMATION DE LA BIOMASSE POUR DES FEUX DE DIVERS TYPES DE VEGETATION (t/ha)							
(A utiliser dans l'Equation 3.2.9. pour la partie de l'équation : « $B_w \bullet (1 - f_{BL})$ », c'est-à-dire une quantité absolue)							
Type de végétation	Sous-catégorie	Moyenne	SE	No. m ¹	Plage	No. p ²	Références
Autres forêts tempérées	Feu irréprimé	19,8	6,3	4	11 - 25	4	32, 66
	Brûlis post abattage	77,5	65,0	7	15 – 220	8	55, 19, 14, 27, 66
	Abattage et brûlis (feu de défrichage)	48,4	62,7	2	3 – 130	3	53, 24, 71
Toutes les « autres » forêts tempérées		50,4	53,7	15	3 – 220	18	43, 56
Zones arbustives	Zones arbustives (générales)	26,7	4,2	3	22 – 30	3	43
	Lande <i>Calluna</i>	11,5	4,3	3	6,5 – 21	3	26, 39
	Armoise	5,7	3,8	3	1,1 – 18	4	66
	Fynbos	12,9	0,1	2	5,9 – 23	2	70, 66
Toutes les zones arbustives		14,3	9,0	11	1,1 – 30	12	
Savanes arborées (feux de début de saison sèche)*	Savane arborée @	2,5	-	1	0,1 – 5,3	1	28
	Savane-prairie	2,7	-	1	1,4 – 3,9	1	57
Toutes les savanes arborées (feux de début de saison sèche)		2,6	0,1	2	0,07 – 3,9	2	
Savanes arborées (feux de mi-saison/fin de saison sèche)*	Savane arborée @	3,3	-	1	3,2 – 3,3	1	57
	Savane-prairie	4,0	1,1	6	1 – 10,6	6	57, 6, 51
	Savane tropicale #	6	1,8	2	3,7 – 8,4	2	52, 73
	Autres savanes arborées	5,3	1,7	3	3,7 – 7,6	3	59, 57, 31
Toutes les savanes arborées (feux de mi-saison/fin de saison sèche)*		4,6	1,5	12	1,0 – 10,6	12	
Savane-prairies/Pâturages (feux de début de saison sèche)*	Prairie tropicale/sous-tropicale ^s	2,1	-	1	1,4 – 3,1	1	28
	Prairie	-	-	-	1,2 – 11	1	48
Toutes les savanes-prairies (feux de début de saison sèche)		2,1	-	1	1,2 – 11	2	
Savane-prairies/Pâturages (feux de mi-saison/fin de saison sèche)*	Prairie tropicale/sous-tropicale ^s	5,2	1,7	6	2,5 – 7,1	6	9, 73, 12, 57
	Pâturage	4,1	3,1	6	1,5 – 10	6	43, 9
	Pâturage tropical [~]	23,7	11,8	6	4,7 – 45	7	4, 23, 38, 66
	Savane	7,0	2,7	6	0,5 – 18	10	42, 50, 6, 45, 13, 65
Toutes les savanes-prairies (feux de mi-saison/fin de saison sèche)*		10,0	10,1	24	0,5 – 45	29	
Autres types de végétation	Tourbière	41	1,4	2	40 – 42	2	68, 33
	Tundra	10	-	1	-	-	33

¹ No. m = nombre d'observations pour la moyenne
² No. p = nombre d'observations pour la plage
* Uniquement combustion de la couche superficielle, # campo cerrado, cerrado sensu stricto, ^s campo sujo, campo limpo, dambo, @ miombo
[~] obtenu pour la forêt tropicale brûlée (inclut le matériau ligneux non brûlé)

Références pour les Tableaux 3A.1.12 et 3A.1.13

- Alexander, M., *Calculating and interpreting forest fire intensities*. CANADIAN JOURNAL OF BOTANY, 1978. **60**: p. 349-357.
- Amiro, B., J. Todd, et B. Wotton, *Direct carbon emissions from Canadian forest fires, 1959-1999*. CANADIAN JOURNAL OF FOREST RESEARCH, 2001. **31**: p. 512-525.
- Araújo, T., J. Carvalho, N. Higuchi, A. Brasil, et A. Mesquita, *A tropical rainforest clearing experiment by biomass burning in the state of Pará, Brazil*. ATMOSPHERIC ENVIRONMENT, 1999. **33**: p. 1991-1998.
- Barbosa, R. et P. Fearnside, *Pasture burning in Amazonia: Dynamics of residual biomass and the storage and release of aboveground carbon*. JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, 1996. **101**(D20): p. 25847-25857.
- Bilbao, B. et E. Medina, *Types of grassland fires and nitrogen volatilization in tropical savannas of calabozo*, dans *Biomass Burning and Global Change: Volume 2. Biomass burning in South America, Southeast Asia, and temperate and boreal ecosystems, and the oil fires of Kuwait*, J. Levine, éd. 1996, MIT Press: Cambridge. p. 569-574.

6. Cachier, H., C. Liousse, M. Pertusiot, A. Gaudichet, F. Echalar, et J. Lacaux, *African fire Particulate emissions and atmospheric influence*, dans *Biomass Burning and Global Change: Volume 1. Remote Sensing, Modeling and Inventory Development, and Biomass Burning in Africa*, J. Levine, éd. 1996, MIT Press: Cambridge. p. 428-440.
7. Carvalho, J., N. Higuchi, T. Araujo, et J. Santos, *Combustion completeness in a rainforest clearing experiment in Manaus, Brazil*. JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, 1998. **103**(D11): p. 13195.
8. Carvalho, J., F. Costa, C. Veras, et al., *Biomass fire consumption and carbon release rates of rainforest-clearing experiments conducted in northern Mato Grosso, Brazil*. JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH-ATMOSPHERES, 2001. **106**(D16): p. 17877-17887.
9. Cheyney, N., R. Reason, et P. Khana, *Release of carbon to the atmosphere in Australian vegetation fires*, in *Carbon Dioxide and Climate: Australian Research*, G. Pearman, Editor. 1980, Australian Academy of Science: Canberra. p. 153-158.
10. Cofer, W., J. Levine, E. Winstead, et B. Stocks, *Gaseous emissions from Canadian boreal forest fires*. ATMOSPHERIC ENVIRONMENT, 1990. **24A**(7): p. 1653-1659.
11. Cofer, W., E. Winstead, B. Stocks, J. Goldammer, et D. Cahoon, *Crown fire emissions of CO₂, CO, H₂, CH₄, and TNMHC from a dense jack pine boreal forest fire*. GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS, 1998. **25**(21): p. 3919-3922.
12. De Castro, E.A. et J.B. Kauffman, *Ecosystem structure in the Brazilian Cerrado: a vegetation gradient of aboveground biomass, root mass and consumption by fire*. Journal of Tropical Ecology, 1998. **14**(3): p. 263-283.
13. Delmas, R., *On the emission of carbon, nitrogen and sulfur in the atmosphere during bushfires in intertropical savannah zones*. GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS, 1982. **9**(7): p. 761-764.
14. Einfeld, W., D. Ward, et C. Hardy, *Effects of fire behaviour on prescribed fire smoke characteristics: A case study*, dans *Global Biomass Burning: Atmospheric, Climatic, and Biospheric Implications*, J. Levine, éd. 1991, MIT Press: Massachusetts. p. 412-419.
15. Fearnside, P., N. Filho, et F. Fernandes, *Rainforest burning and the global carbon budget: biomass, combustion efficiency and charcoal formation in the Brazilian Amazon*. JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH-ATMOSPHERES, 1993. **98**(D9): p. 16733-16743.
16. Fearnside, P., P. Graca, N. Filho, J. Rodrigues, et J. Robinson, *Tropical forest burning in Brazilian Amazonia: measurement of biomass loading, burning efficiency and charcoal formation at Altamira, Para*. FOREST ECOLOGY AND MANAGEMENT, 1999. **123**: p. 65-79.
17. Fearnside, P., P. Graca, et J. Rodrigues, *Burning of Amazonian rainforests: burning efficiency and charcoal formation in forest cleared for cattle pasture near Manaus, Brazil*. FOREST ECOLOGY AND MANAGEMENT, 2001. **146**: p. 115-128.
18. Feller, M. *The influence of fire severity, not fire intensity, on understory vegetation biomass in British Columbia*. dans *13th Fire and Forest Meteorology Conference*. 1998. Lorne, Australie: IAWF.
19. Flinn, D., P. Hopmans, P. Farell, et J. James, *Nutrient loss from the burning of Pinus radiata logging residue*. AUSTRALIAN FOREST RESEARCH, 1979. **9**: p. 17-23.
20. Garnett, M., P. Ineson, et A. Stevenson, *Effects of burning and grazing on carbon sequestration in a Pennine blanket bog, UK*. HOLOCENE, 2000. **10**(6): p. 729-736.
21. Graca, P., P. Fearnside, et C. Cerri, *Burning of Amazonian forest in Ariquemes, Rondonia, Brazil: biomass, charcoal formation and burning efficiency*. FOREST ECOLOGY AND MANAGEMENT, 1999. **120**: p. 179-191.
22. Griffin, G. et M. Friedel, *Effects of fire on central Australian rangelands. I Fire and fuel characteristics and changes in herbage and nutrients*. AUSTRALIAN JOURNAL OF ECOLOGY, 1984. **9**: p. 381-393.
23. Guild, L., J. Kauffman, L. Ellingson, et D. Cummings, *Dynamics associated with total aboveground biomass, C, nutrient pools, and biomass burning of primary forest and pasture in Rondonia, Brazil during SCAR-B*. JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH-ATMOSPHERES, 1998. **103**(D24): p. 32091-32100.
24. Gupta, P., V. Prasad, C. Sharma, A. Sarkar, Y. Kant, K. Badarinarath, et A. Mitra, *CH₄ emissions from biomass burning of shifting cultivation areas of tropical deciduous forests - experimental results from ground - based measurements*. CHEMOSPHERE - GLOBAL CHANGE SCIENCE, 2001. **3**: p. 133-143.
25. Harwood, C. et W. Jackson, *Atmospheric losses of four plant nutrients during a forest fire*. AUSTRALIAN FORESTRY, 1975. **38**(2): p. 92-99.
26. Hobbs, P. et C. Gimingham, *Studies on fire in Scottish heathland communities*. JOURNAL OF ECOLOGY, 1984. **72**: p. 223-240.
27. Hobbs, P., J. Reid, J. Herring, et al., *Particle and trace-gas measurements from prescribed burns of forest products in the Pacific Northwest*, dans *Biomass Burning and Global Change: Volume 2. Biomass burning in South America, Southeast Asia, and temperate and boreal ecosystems, and the oil fires of Kuwait*, J. Levine, éd. 1996, MIT Press: Cambridge. p. 697-715.
28. Hoffa, E., D. Ward, W. Hao, R. Susott, et R. Wakimoto, *Seasonality of carbon emissions from biomass burning in a Zambian savanna*. JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH-ATMOSPHERES, 1999. **104**(D11): p. 13841-13853.
29. Hopkins, B., *Observations on savanna burning in the Olokemeji forest reserve, Nigeria*. JOURNAL OF APPLIED ECOLOGY, 1965. **2**(2): p. 367-381.
30. Hughes, R., J. Kauffman, et D. Cummings, *Fire in the Brazilian Amazon 3. Dynamics of biomass, C, and nutrient pools in regenerating forests*. OECOLOGIA, 2000. **124**(4): p. 574-588.
31. Hurst, D., W. Griffith, et G. Cook, *Trace gas emissions from biomass burning in tropical Australian savannas*. JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, 1994. **99**(D8): p. 16441-16456.
32. Jackson, W., *Nutrient stocks in Tasmanian vegetation and approximate losses due to fire*. Papers and proceedings of the Royal Society of Tasmania, 2000. **134**: p. 1-18.

33. Kasischke, E., N. French, L. Bourgeau-Chavez, et N. Christensen, *Estimating release of carbon from 1990 and 1991 forest fires in Alaska*. JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH-ATMOSPHERES, 1995. **100**(D2): p. 2941-2951.
34. Kauffman, J. et C. Uhl, *8 interactions of anthropogenic activities, fire, and rain forests in the Amazon Basin*, dans *Fire in the Tropical Biota: Ecosystem Processes and Global Changes*, J. Goldammer, éd. 1990, Springer-Verlag: Berlin. p. 117-134.
35. Kauffman, J., R. Sanford, D. Cummings, I. Salcedo, et E. Sampaio, *Biomass and nutrient dynamics associated with slash fires in neotropical dry forests*. ECOLOGY, 1993. **74**(1): p. 140-151.
36. Kauffman, J., D. Cummings, et D. Ward, *Relationships of fire, biomass and nutrient dynamics along a vegetation gradient in the Brazilian cerrado*. JOURNAL OF ECOLOGY, 1994. **82**: p. 519-531.
37. Kauffman, J., D. Cummings, D. Ward, et R. Babbitt, *Fire in the Brazilian Amazon: 1. Biomass, nutrient pools, and losses in slashed primary forests*. OECOLOGIA, 1995. **104**: p. 397-408.
38. Kauffman, J., D. Cummings, et D. Ward, *Fire in the Brazilian Amazon: 2. Biomass, nutrient pools and losses in cattle pastures*. OECOLOGIA, 1998. **113**: p. 415-427.
39. Kayll, A., *Some characteristics of heath fires in north-east Scotland*. JOURNAL OF APPLIED ECOLOGY, 1966. **3**(1): p. 29-40.
40. Kiil, A., *Fuel consumption by a prescribed burn in spruce-fir logging slash in Alberta*. THE FORESTRY CHRONICLE, 1969: p. 100-102.
41. Kiil, A., *Fire spread in a black spruce stand*. CANADIAN FORESTRY SERVICE BI-MONTHLY RESEARCH NOTES, 1975. **31**(1): p. 2-3.
42. Lacaux, J., H. Cachier, et R. Delmas, *Biomass burning in Africa: an overview of its impact on atmospheric chemistry*, dans *Fire in the Environment: The Ecological, Atmospheric, and Climatic Importance of Vegetation Fires*, P. Crutzen et J. Goldammer, éd. 1993, John Wiley & Sons: Chichester. p. 159-191.
43. Lavoue, D., C. Lioussé, H. Cachier, B. Stocks, et J. Goldammer, *Modeling of carbonaceous particles emitted by boreal and temperate wildfires at northern latitudes*. JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH-ATMOSPHERES, 2000. **105**(D22): p. 26871-26890.
44. Levine, J., *Global biomass burning: a case study of the gaseous and particulate emissions released to the atmosphere during the 1997 fires in Kalimantan and Sumatra, Indonesia*, dans *Biomass Burning and its Inter-relationships with the Climate System*, J. Innes, M. Beniston, et M. Verstraete, eds. 2000, Kluwer Academic Publishers: Dordrecht. p. 15-31.
45. Levine, J. et W. Cofer, *Boreal forest fire emissions and the chemistry of the atmosphere*, dans *Fire, Climate Change and Carbon Cycling in the Boreal Forest*, E. Kasischke et B. Stocks, eds. 2000, Springer-Verlag: New York. p. 31-48.
46. Marsdon-Smedley, J. et A. Slijepcevic, *Fuel characteristics and low intensity burning in Eucalyptus obliqua wet forest at the Warra LTER site*. TASFORESTS, 2001. **13**(2): p. 261-279.
47. Mazurek, M., W. Cofer, et J. Levine, *Carbonaceous aerosols from prescribed burning of a boreal forest ecosystem*, dans *Global Biomass Burning: Atmospheric, Climatic, and Biospheric Implications*, J. Levine, éd. 1991, MIT Press: Massachusetts. p. 258-263.
48. McNaughton, S., N. Stronach, et N. Georgiadis, *Combustion in natural fires and global emissions budgets*. ECOLOGICAL APPLICATIONS, 1998. **8**(2): p. 464-468.
49. McRae, D. et B. Stocks. *Large-scale convection burning in Ontario*. dans *Ninth Conference on Fire and Forest Meteorology*. 1987. San Diego, California: American Meteorological Society.
50. Moula, M., J. Brustet, H. Eva, J. Lacaux, J. Gregoire, et J. Fontan, *Contribution of the Spread-Fire Model in the study of savanna fires*, dans *Biomass Burning and Global Change: Volume 1. Remote Sensing, Modeling and Inventory Development, and Biomass Burning in Africa*, J. Levine, éd. 1996, MIT Press: Cambridge. p. 270-277.
51. Neil, R., N. Stronach, et S. McNaughton, *Grassland fire dynamics in the Serengeti ecosystem, and a potential method of retrospectively estimating fire energy*. JOURNAL OF APPLIED ECOLOGY, 1989. **26**: p. 1025-1033.
52. Pivello, V. et L. Coutinho, *Transfer of macro-nutrients to the atmosphere during experimental burnings in an open cerrado (Brazilian savanna)*. JOURNAL OF TROPICAL ECOLOGY, 1992. **8**: p. 487-497.
53. Prasad, V., Y. Kant, P. Gupta, C. Sharma, A. Mitra, et K. Badarinath, *Biomass and combustion characteristics of secondary mixed deciduous forests in Eastern Ghats of India*. ATMOSPHERIC ENVIRONMENT, 2001. **35**(18): p. 3085-3095.
54. Raison, R., P. Khana, et P. Woods, *Transfer of elements to the atmosphere during low intensity prescribed fires in three Australian subalpine eucalypt forests*. CANADIAN JOURNAL OF FOREST RESEARCH, 1985. **15**: p. 657-664.
55. Robertson, K., *Loss of organic matter and carbon during slash burns in New Zealand exotic forests*. NEW ZEALAND JOURNAL OF FORESTRY SCIENCE, 1998. **28**(2): p. 221-241.
56. Robinson, J., *On uncertainty in the computation of global emissions from biomass burning*. CLIMATIC CHANGE, 1989. **14**: p. 243-262.
57. Shea, R., B. Shea, J. Kauffman, D. Ward, C. Haskins, et M. Scholes, *Fuel biomass and combustion factors associated with fires in savanna ecosystems of South Africa and Zambia*. JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, 1996. **101**(D19): p. 23551-23568.
58. Slijepcevic, A., *Loss of carbon during controlled regeneration burns in Eucalyptus obliqua forest*. TASFORESTS, 2001. **13**(2): p. 281-289.
59. Smith, D. et T. James, *Characteristics of prescribed burns and resultant short-term environmental changes in Populus tremuloides woodland in southern Ontario*. CANADIAN JOURNAL OF BOTANY, 1978. **56**: p. 1782-1791.
60. Soares, R. et G. Ribeiro. *Fire behaviour and tree stumps sprouting in Eucalyptus prescribed burnings in southern Brazil*. dans *III International Conference on Forest Fire Research / 14th Conference on Fire and Forest Meteorology*. 1998. Luso.
61. Sorrensen, C., *Linking smallholder land use and fire activity: examining biomass burning in the Brazilian Lower Amazon*. FOREST ECOLOGY AND MANAGEMENT, 2000. **128**(1-2): p. 11-25.

62. Stewart, H. et D. Flinn, *Nutrient losses from broadcast burning of Eucalyptus debris in north-east Victoria*. AUSTRALIAN FOREST RESEARCH, 1985. **15**: p. 321-332.
63. Stocks, B., *Fire behaviour in immature jack pine*. CANADIAN JOURNAL OF FOREST RESEARCH, 1987. **17**: p. 80-86.
64. Stocks, B., *Fire behaviour in mature jack pine*. CANADIAN JOURNAL OF FOREST RESEARCH, 1989. **19**: p. 783-790.
65. Stocks, B., B. van Wilgen, W. Trollope, D. McRae, J. Mason, F. Weirich, et A. Potgieter, *Fuels and fire behaviour dynamics on large-scale savanna fires in Kruger National Park, South Africa*. JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, 1996. **101**(D19): p. 23541-23550.
66. Stocks, B. et J. Kauffman, *Biomass consumption and behaviour of wildland fires in boreal, temperate, and tropical ecosystems: parameters necessary to interpret historic fire regimes and future fire scenarios*, dans *Sediment Records of Biomass Burning and Global Change*, J. Clark, et al., éd. 1997, Springer-Verlag: Berlin. p. 169-188.
67. Susott, R., D. Ward, R. Babbitt, et D. Latham, *The measurement of trace emissions and combustion characteristics for a mass fire*, dans *Global Biomass Burning: Atmospheric, Climatic, and Biospheric Implications*, J. Levine, éd. 1991, MIT Press: Massachusetts. p. 245-257.
68. Turetsky, M. et R. Wieder, *A direct approach to quantifying organic matter lost as a result of peatland wildfire*. CANADIAN JOURNAL OF FOREST RESEARCH, 2001. **31**(2): p. 363-366.
69. Van Wagner, C., *Duff consumption by fire in eastern pine stands*. CANADIAN JOURNAL OF FOREST RESEARCH, 1972. **2**: p. 34-39.
70. van Wilgen, B., D. Le Maitre, et F. Kruger, *Fire behaviour in South African fynbos (macchia) vegetation and predictions from Rothermel's fire model*. JOURNAL OF APPLIED ECOLOGY, 1985. **22**: p. 207-216.
71. Vose, J. et W. Swank, *Site preparation burning to improve southern Appalachian pine-hardwood stands: aboveground biomass, forest floor mass, and nitrogen and carbon pools*. CANADIAN JOURNAL OF FOREST RESEARCH, 1993. **23**: p. 2255-2262.
72. Walker, J., *Fuel dynamics in Australian vegetation*, dans *Fire and the Australian Biota*, A. Gill, R. Groves, and I. Noble, eds. 1981, Australian Academy of Science: Canberra. p. 101-127.
73. Ward, D., R. Susott, J. Kauffman, et al., *Smoke and fire characteristics for Cerrado and deforestation burns in Brazil: BASE-B Experiment*. JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, 1992. **97**(D13): p. 14601-14619.

TABLEAU 3A.1.14						
RENDEMENT DE COMBUSTION (PROPORTION DU COMBUSTIBLE DISPONIBLE BRULE)						
PERTINENT POUR DES FEUX DE DEFRICHAGE, ET DES FEUX DE REMANENTS D'ABATTAGES INTENSIFS, POUR DIVERS TYPES DE VEGETATION ET DE CONDITIONS DE BRULAGE						
(A utiliser dans les sections « Terres forestières converties en Terres cultivées », « converties en Prairies », ou « converties en Etablissements ou Autres terres »)						
Types de forêt	Type de brûlage et durée du séchage (Mois)					
	Extensif		Andain		Andain + Stocks	
	<6	>6	<6	>6	<6	>6
Tropicale humide						
- primaire ^a	0,15-0,3	~0,30				
- secondaire ^b		0,40				
Tropicale sèche						
- Mixte ^c		>0,9				
- Acacia ^d			-	0,8	-	~0,95
Tempérée Eucalyptus ^e	0,3	0,5-0,6				
Forêt boréale ^f	0,25					
Remarque : Le rendement de combustion ou fraction de biomasse brûlée est une valeur critique pour le calcul des émissions, extrêmement variable en fonction de la disposition du combustible (extensive ou groupée, etc.), du type de végétation influant sur la taille et l'inflammabilité des composants du combustible et des conditions de combustion (en particulier de l'humidité du combustible). Sources: ^a Fearnside (1990), Wei Min Hao et al (1990); ^b Wei Min Hao et al (1990); ^c Kauffmann, Uhl, et al (1990); ^d Williams et al (1970), Cheney (comm. pers. 2002); ^e McArthur (1969), Harwood et Jackson (1975), Slijepcevic (2001), Stewart et Flinn (1985); et ^f French et al (2000)						

TABLEAU 3A.1.15 RAPPORTS D'EMISSIONS POUR LE BRULAGE A L'AIR LIBRE DE FORETS DEFRICHEES (A utiliser dans l'Equation 3.2.19)	
Composé	Rapports d'émissions
CH ₄	0,012 (0,009-0,015) ^a
CO	0,06 (0,04-0,08) ^b
N ₂ O	0,007 (0,005-0,009) ^c
NO _x	0,121 (0,094-0,148) ^c

Sources : ^aDelmas, 1993, ^bLacaux *et al.*, 1993, et Crutzen et Andreae, 1990. Remarque : Les rapports pour les composés carbonés (CH₄ et CO) sont la masse de composés carbonés émis (en unités de C) par rapport à la masse de carbone total résultant du brûlage. Ceux pour les composés azotés sont exprimés en tant que rapports des émissions (en unités d'azote) par rapport à l'azote total émis par le combustible.

TABLEAU 3A.1.16 FACTEURS D'EMISSIONS APPLICABLES AUX COMBUSTIBLES BRULES, POUR DIVERS TYPES DE FEUX DE VEGETATION (G/KG DE MATIERE SECHE BRULEE) (A utiliser dans l'Equation 3.2.20)							
	CO₂	CO	CH₄	NO_x	N₂O*	NMHC ²	Source
Savane humide/infertile à feuilles larges	1 523	92	3	6	0,11	-	Scholes (1995)
Savane aride fertile à feuilles minces	1 524	73	2	5	0,11	-	Scholes (1995)
Prairies humides - infertiles	1 498	59	2	4	0,10	-	Scholes (1995)
Prairies arides -fertiles	1 540	97	3	7	0,11	-	Scholes (1995)
Zones humides	1 554	58	2	4	0,11	-	Scholes (1995)
Tous types de végétation	1 403 -1 503	67-120	4-7	0,5-0,8	0,10	-	GIEC (1994)
Feux de forêts	1 531	112	7,1	0,6-0,8	0,11	8-12	Kaufman <i>et al.</i> (1992)
Feux de savanes	1 612	152	10,8	-	0,11	-	Ward <i>et al.</i> (1992)
Feux de forêts	1 580	130	9	0,7	0,11	10	Delmas <i>et al.</i> (1995)
Feux de savanes	1 640	65	2,4	3,1	0,15	3,1	Delmas <i>et al.</i> (1995)

¹ En supposant une teneur en C de 41-45 pour cent, et une complétude de la combustion de 85-100 pour cent .
² HNM hydrocarbures non méthaniques.
* Calculé à partir de données de Crutzen et Andreae (1990) en supposant un rapport N/C de 0,01, sauf pour les feux de savanes.

Appendice 3A.2 Tableaux de notification et feuilles de calculs

Tous les utilisateurs devront présenter leur données d'inventaires au format stipulé dans les tableaux de notification. Naturellement, les utilisateurs rempliront uniquement les cases des tableaux associées aux gaz et aux catégories de source/puits qu'ils ont estimés et inclus dans leurs inventaires.

Les équations pour les estimations d'émissions et d'absorptions de CO₂ et de gaz à effet de serre sans CO₂, par les catégories d'utilisation des terres du Chapitre 3, Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur CATF, sont traduites en feuilles de calculs. Les estimations d'émissions et d'absorptions obtenues dans les feuilles de calculs sont compilées dans des feuilles de calculs de compilation, puis dans les tableaux de notification. Dans la mesure du possible, les tableaux de notification reproduisent le même format que celui adopté pour les *Lignes directrices du GIEC*.

Les feuilles de calculs sont présentées dans des modules, et chaque module correspond à une catégorie d'utilisation des terres spécifique (voir Encadré 3A.2.1). Un module est divisé en deux sous-modules afin de distinguer entre les terres restant dans la même catégorie d'utilisation des terres et les terres converties en d'autres catégories d'utilisation. Chaque sous-module comprend quatre groupes de feuilles de calculs : feuilles de calculs pour la biomasse vivante ; feuilles de calculs pour la matière organique morte ; feuilles de calculs pour les sols (eux-mêmes sub-divisés en sols minéraux et sols organiques) ; et feuilles de calculs pour les émissions de gaz à effet de serre sans CO₂. Fondamentalement, les feuilles de calculs sont basées sur des méthodes de Niveau 1, mais peuvent être complétées par des méthodes de niveaux supérieurs. Les symboles des variables ou des paramètres utilisés dans les équations du texte principal sont inclus dans les feuilles de calculs pour faciliter leur utilisation. On notera que les feuilles de calculs couvrent également des sources et des catégories d'utilisation des terres pour lesquelles la notification est facultative.

ENCADRE 3A.2.1 STRUCTURE DES FEUILLES DE CALCULS (EXEMPLE POUR DES TERRES FORESTIÈRES)

Module : Terres forestières

Sous-module : Terres forestières restant terres forestières

Feuilles de calculs :

- TF-1a (TF : terres forestières ; 1 : terres forestières restant terres forestières ; 2 signifiera Terres converties en terres forestières ; et « a » : biomasse)
- TF-1b (« b » : matière organique morte (MOM))
- TF-1c1 (« c » : sols (MOS) sub-divisé en c1 : sols minéraux ; c2 : sols organiques, etc.)
- TF-1d (« d » : gaz à effet de serre sans CO₂)

Deux ensembles de feuilles de calculs de compilation permettent de compiler séparément les émissions et absorptions de CO₂ et les émissions de gaz à effet de serre sans CO₂. Les tableaux sont conçus pour permettre la compilation des émissions et absorptions par catégorie d'utilisation des terres et par bassin de carbone (biomasse vivante, matière organique morte, et sols). Pour les gaz sans CO₂, les bassins de carbone sont groupés en biomasse et sols.

Les tableaux de notification sont de deux types. Le premier type de tableau est utilisé pour la notification des émissions et absorptions de CO₂ et de gaz à effet de serre sans CO₂ pour toutes les catégories d'utilisation des terres, y compris les émissions et absorptions par les terres converties en toute autre catégorie d'utilisation des terres. Le second type de tableau est un sous-ensemble du premier, et permet de notifier, à partir des informations du premier tableau, les émissions et absorptions de CO₂ et de gaz à effet de serre sans CO₂ résultant de la conversion des Terres forestières et des Prairies en toute autre catégorie d'utilisation des terres.

Lors de la compilation des estimations des émissions et absorptions résultant de l'utilisation des terres, changements d'affectation des terres et foresterie, avec d'autres éléments d'inventaires nationaux de gaz à effet de serre, on doit veiller à la cohérence de l'utilisation des signes (+/-). Dans les tableaux de notification, les émissions (diminution des stocks de carbone, émissions de gaz à effet de serre sans CO₂) sont toujours positives (+) et les absorptions (augmentation des stocks de carbone) sont négatives (-). Le calcul des estimations initiales applique également la convention utilisée au Chapitre 5 des *Lignes directrices du GIEC* dans lesquelles les augmentations nettes des stocks de carbone sont positives (+) et les diminutions nettes sont négatives (-). Comme dans les *Lignes directrices du GIEC*, les signes de ces valeurs doivent être convertis dans les tableaux de notification finale afin d'être en accord avec d'autres sections des rapports d'inventaires nationaux.

Unités – Les émissions/absorptions de CO₂ et les émissions de gaz à effet de serre sans CO₂ sont notifiées en gigagrammes (Gg) dans les tableaux de notification. Pour convertir les tonnes C en Gg CO₂, multiplier la valeur par 44/12, puis par 10⁻³. Pour convertir kg N₂O-N en Gg N₂O, multiplier la valeur par 44/28, puis par 10⁻⁶.

Convention – Aux fins de notification, en accord avec les *Lignes directrices du GIEC*, les signes sont toujours (+) pour les émissions et (-) pour les absorptions.

TABLEAU 3A.2.1A

TABLEAU DE NOTIFICATION POUR LES EMISSIONS ET ABSORPTIONS DE CO ₂ ET DE GAZ SANS CO ₂ POUR UTCATF POUR L'ANNEE DE NOTIFICATION									
Catégorie d'utilisation des terres	Utilisation des terres pendant l'année de notification	Lignes directrices du GIEC ¹	Variations annuelles des stocks de carbone, Gg CO ₂			CH ₄ (Gg)	N ₂ O (Gg)	NO _x ³ (Gg)	CO ₃ (Gg)
			Biomasse vivante	Matière organique morte	Sols				
			A	B	C	D			
Terres forestières	Terres forestières	5A							
Terres cultivées	Terres forestières	5A, 5C, 5D	$\Delta C_{LF_LB}^5$	ΔC_{LF_DOM}	ΔC_{LF_SOM}				
Prairies	Terres forestières	5A, 5C, 5D							
Zones humides	Terres forestières	5A, 5C, 5D							
Établissements	Terres forestières	5A, 5C, 5D							
Autres terres	Terres forestières	5A, 5C, 5D							
	Sous-total : Terres forestières								
Terres cultivées	Terres cultivées	5A, 5D							
Terres forestières	Terres cultivées	5B, 5D							
Prairies	Terres cultivées	5B, 5D							
Zones humides	Terres cultivées	5D							
Établissements	Terres cultivées	5D							
Autres terres	Terres cultivées	5D							
	Sous-total : Terres cultivées								
Prairies	Prairies	5A, 5D							
Terres forestières	Prairies	5B, 5D							
Terres cultivées	Prairies	5C, 5D							
Zones humides	Prairies	5C, 5D							
Établissements	Prairies	5C, 5D							
Autres terres	Prairies	5C, 5D							
	Sous-total : Prairies								
Zones humides	Zones humides	5A, 5E							
Terres forestières	Zones humides	5B							
Terres cultivées	Zones humides	5E							
Prairies	Zones humides	5B							
Établissements	Zones humides	5E							
Autres terres	Zones humides	5E							
	Sous-total : Zones humides								

(VOIR SUITE DES LIGNES POUR D'AUTRES CATEGORIES AU VERSO)

TABEAU 3A.2.1A (SUITE)

TABLEAU DE NOTIFICATION POUR LES EMISSIONS ET ABSORPTIONS DE CO ₂ ET DE GAZ SANS CO ₂ POUR UTCATF POUR L'ANNEE DE NOTIFICATION		TABLEAU DE NOTIFICATION POUR LES EMISSIONS ET ABSORPTIONS DE CO ₂ ET DE GAZ SANS CO ₂ POUR UTCATF POUR L'ANNEE DE NOTIFICATION							
Catégorie d'utilisation des terres initiale	Utilisation des terres pendant l'année de notification	Lignes directrices du GIEC ¹	Variations annuelles des stocks de carbone, Gg CO ₂			CH ₄ (Gg)	N ₂ O (Gg)	NO _x ³ (Gg)	CO ₃ (Gg)
			Biomasse vivante	Matière organique morte	Sols				
			A	B	C	D			
Établissements	Établissements	5A							
Terres forestières	Établissements	5B							
Terres cultivées	Établissements	5E							
Prairies	Établissements	5B							
Zones humides	Établissements	5E							
Autres terres	Établissements	5E							
	Sous-t : Établissements								
Autres terres	Autres terres	5A							
Terres forestières	Autres terres	5B							
Terres cultivées	Autres terres	5E							
Prairies	Autres terres	5B							
Zones humides	Autres terres	5E							
Établissements	Autres terres	5E							
	Sous-total : Autres terres								
Autres ⁴ (spécifier svp)									
	Sous-Total : Autres								
	Total								

¹ En-têtes des Instructions de notification des *Lignes directrices du GIEC* p.1.14 - 1.16: 5A – Evolution du patrimoine forestier et des autres stocks de biomasse ligneuse ; 5B – Conversion des forêts et des prairies; 5C – Abandon des terres exploitées; 5D - Emissions et absorptions par les sols, et 5E – Autres.

² Pour la notification, on doit inverser le signe pour que la valeur obtenue soit exprimée sous forme négative (-) pour les absorptions et positive (+) pour les émissions. Par conséquent, 1 négatif est multiplié par l'émission ou l'absorption de CO₂ obtenue.

³ Les *Lignes directrices du GIEC* et le présent rapport fournissent une méthodologie pour l'estimation des émissions de NO_x et CO pour le secteur. Utilisation des terres, changements d'affectation des terres et foresterie seulement pour les émissions imputables aux feux. Si vous avez notifié des données supplémentaires, vous devez fournir des informations supplémentaires sur la méthode, les données d'activités et les facteurs d'émissions utilisés pour établir ces estimations.

⁴ Ceci peut inclure d'autres sources ou puits non spécifiés, tels que RPL, etc.

⁵ Les symboles ont pour but de montrer la relation entre les Feuilles de calcul, Feuilles de calculs de compilation, Tableaux de notification et les équations dans la partie principale du rapport. Veuillez noter que les symboles sont fournis pour une seule catégorie d'utilisation des terres, à titre d'exemple.

TABLEAU 3A.2.1B

Catégorie d'utilisation des terres		Lignes directrices du GIEC ¹	Variations annuelles des stocks de carbone, Gg CO ₂				CH ₄ (Gg)	N ₂ O (Gg)	NO _x ³ (Gg)	CO ₃ (Gg)
Utilisation des terres initiale	Utilisation des terres pendant l'année de notification		Biomasse vivante A	Matière organique morte B	Sols C	Emissions/absorptions de CO ₂ ² D = (A+B+C) • (-1)				
Terres forestières	Terres cultivées	5B, 5D								
Terres forestières	Prairies	5B, 5D	ΔC_{LG_LB} ⁴	ΔC_{LG_DOM}	ΔC_{LG_SOM}					
Terres forestières	Zones humides	5B								
Terres forestières	Établissements	5B								
Terres forestières	Autres terres	5B								
Sous-total : Terres forestières										
Prairies	Terres forestières	5A, 5C, 5D								
Prairies	Terres cultivées	5B, 5D								
Prairies	Zones humides	5B								
Prairies	Établissements	5B								
Prairies	Autres terres	5B								
Sous-total : Prairies										
Total										

¹ En-têtes des Instructions de notification des *Lignes directrices du GIEC* p.1.14 - 1.16: 5A – Evolution du patrimoine forestier et des autres stocks de biomasse ligneuse ; 5B – Conversion des forêts et des prairies; 5C – Abandon des terres exploitées; 5D - Emissions et absorptions par les sols, et 5E – Autres.

² Pour la notification, on doit inverser le signe pour que la valeur obtenue soit exprimée sous forme négative (-) pour les absorptions et positive (+) pour les émissions. Par conséquent, 1 négatif est multiplié par l'émission ou l'absorption de CO₂ obtenue.

³ Les *Lignes directrices du GIEC* et le présent rapport fournissent une méthodologie pour l'estimation des émissions de NO_x et CO pour le secteur Utilisation des terres, changements d'affectation des terres et foresterie seulement pour les émissions imputables aux feux. Si vous avez notifié des données supplémentaires, vous devez fournir des informations supplémentaires sur la méthode, les données d'activités et les facteurs d'émissions utilisés pour établir ces estimations.

⁴ Ceci peut inclure d'autres sources ou puits non spécifiés, tels que RPL, etc.

⁵ Les symboles ont pour but de montrer la relation entre les Feuilles de calcul, Feuilles de calculs de compilation, Tableaux de notification et les équations dans la partie principale du rapport. Veuillez noter que les symboles sont fournis pour une seule catégorie d'utilisation des terres, à titre d'exemple.

TABLEAU 3A.2.1A

TABLEAU DE NOTIFICATION POUR LES EMISSIONS ET ABSORPTIONS DE CO ₂ ET DE GAZ SANS CO ₂ POUR UTCATF POUR L'ANNEE DE NOTIFICATION											
Catégorie d'utilisation des terres ²		Superficie terrestre (ha)		Biomasse vivante			Matière organique morte			Sols ³	
Utilisation des terres initiale	Utilisation des terres ; année de notification	Augmentation annuelle des stocks de carbone (tonnes C an ⁻¹)	Diminution annuelle des stocks de carbone (tonnes C an ⁻¹)	Variation annuelle des stocks de carbone (Gg CO ₂ an ⁻¹)	Variation des stocks de carbone du bois mort (tonnes C an ⁻¹)	Variation des stocks de carbone de la litière (tonnes C an ⁻¹)	Variation des stocks de carbone (Gg CO ₂ an ⁻¹)	Variation des stocks de carbone des sols minéraux (tonnes C an ⁻¹)	Variation des stocks de carbone des sols organiques (tonnes C an ⁻¹)	Variation annuelle des stocks de carbone (Gg CO ₂ an ⁻¹)	Variation des stocks de carbone (tonnes C an ⁻¹)
		A	B	C = (A-B) • 10 ⁻³ • 44/12	D	E	F = (D+E) • 10 ⁻³ • 44/12	G	H	I = (G+H) • 10 ⁻³ • 44/12	I
		$\Delta C_{L,F,G}$ ⁴	$\Delta C_{L,F,L}$	$\Delta C_{L,F,LB}$	$\Delta C_{L,F,DW}$	$\Delta C_{L,F,LT}$	$\Delta C_{L,F,DOM}$	$\Delta C_{L,F,Mineral}$	$\Delta C_{L,F,Organic}$	$\Delta C_{L,F,Sols}$	
Terres forestières	Terres forestières										
Terres cultivées	Terres forestières										
Prairies	Terres forestières										
Zones humides	Terres forestières										
Établissements	Terres forestières										
Autres terres	Terres forestières										
	Sous-total : Terres forestières										
Terres cultivées	Terres cultivées										
Terres forestières	Terres cultivées										
Prairies	Terres cultivées										
Zones humides	Terres cultivées										
Établissements	Terres cultivées										
Autres terres	Terres cultivées										
	Sous-total : Terres cultivées										
Prairies	Prairies										
Terres forestières	Prairies										
Terres cultivées	Prairies										
Zones humides	Prairies										
Établissements	Prairies										
Autres terres	Prairies										
	Sous-total : Prairies										
Zones humides	Zones humides										
Terres forestières	Zones humides										
Terres cultivées	Zones humides										
Prairies	Zones humides										
Établissements	Zones humides										
Autres terres	Zones humides										
	Sous-total : Zones humides										

(VOIR SUITE DES LIGNES POUR D'AUTRES CATEGORIES AU VERSO)

TABLEAU 3A.2.1A

TABLEAU DE NOTIFICATION POUR LES EMISSIONS ET ABSORPTIONS DE CO ₂ ET DE GAZ SANS CO ₂ POUR UTCATF POUR L'ANNEE DE NOTIFICATION ¹											
Catégorie d'utilisation des terres ²	Utilisation des terres ; année de notification	Superficie terrestre (ha)	Biomasse vivante			Matière organique morte			Sols ³		
			Augmentation annuelle des stocks de carbone (tonnes C an ⁻¹)	Diminution annuelle des stocks de carbone (tonnes C an ⁻¹)	Variation des stocks de carbone annuels des stocks de carbone (tonnes C an ⁻¹)	Variation des stocks de carbone annuels des stocks de carbone (tonnes C an ⁻¹)	Variation des stocks de carbone annuels des stocks de carbone (tonnes C an ⁻¹)	Variation des stocks de carbone annuels des stocks de carbone (tonnes C an ⁻¹)	Variation des stocks de carbone annuels des stocks de carbone (tonnes C an ⁻¹)	Variation des stocks de carbone annuels des stocks de carbone (tonnes C an ⁻¹)	
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	
Établissements	Établissements										
Terres forestières	Établissements										
Terres cultivées	Établissements										
Prairies	Établissements										
Zones humides	Établissements										
Autres terres	Établissements										
	Sous-total : Établissements										
Autres terres	Autres terres										
Terres forestières	Autres terres										
Terres cultivées	Autres terres										
Prairies	Autres terres										
Zones humides	Autres terres										
Établissements	Autres terres										
	Sous-total : Autres terres										
Autres (spécifier svp) ²											
	Sous-total : Autres										
	Total										

¹ La convention des signes pour les variations nettes de carbone aux colonnes C, F, et I sont : gain net (+) et perte nette (-).

² Peut inclure d'autres sources ou puits non spécifiés tels que les PLR, etc.

³ On peut ajouter une colonne supplémentaire pour inclure la variation des stocks de carbone des sols résultant du chaulage.

⁴ Les symboles ont pour but de montrer la relation entre les Feuilles de calcul, Feuilles de calculs de compilation, Tableaux de notification et les équations dans la partie principale du rapport. Veuillez noter que les symboles sont fournis pour une seule catégorie d'utilisation des terres, à titre d'exemple.

TABEAU 3A.2.2B

FEUILLES DE CALCULS DE COMPILATION POUR LA NOTIFICATION DES EMISSIONS SANS CO₂¹

Catégorie d'utilisation des terres	Superficie terrestre (ha)	CH ₄ (Gg)		N ₂ O (Gg)		NO _x (Gg)		CO (Gg)		
		Biomasse ²	Sols	Total	Biomasse ²	Sols ³	Total	Biomasse ²	Sols	Total
Utilisation des terres initiale	Utilisation des terres; année de notification									
Terres forestières	Terres forestières									
Terres cultivées	Terres forestières									
Prairies	Terres forestières									
Zones humides	Terres forestières									
Établissements	Terres forestières									
Autres terres	Terres forestières									
	Sous-total : Terres forestières									
Terres cultivées	Terres cultivées									
Terres forestières	Terres cultivées									
Prairies	Terres cultivées									
Zones humides	Terres cultivées									
Établissements	Terres cultivées									
Autres terres	Terres cultivées									
	Sous-total : Terres cultivées									
Prairies	Prairies									
Terres forestières	Prairies									
Terres cultivées	Prairies									
Zones humides	Prairies									
Établissements	Prairies									
Autres terres	Prairies									
	Sous-total : Prairies									
Zones humides	Zones humides									
Terres forestières	Zones humides									
Terres cultivées	Zones humides									
Prairies	Zones humides									
Établissements	Zones humides									
Autres terres	Zones humides									
	Sous-total : Zones humides									

TABLEAU 3A.2.2B

FEUILLES DE CALCULS DE COMPILATION POUR LA NOTIFICATION DES ÉMISSIONS SANS CO₂¹

Catégorie d'utilisation des terres	Superficie terrestre (ha)	CH ₄ (Gg)		N ₂ O (Gg)		NO _x (Gg)		CO (Gg)		
		Biomasse ²	Sols	Biomasse ²	Sols ³	Biomasse ²	Sols	Biomasse ²	Sols	Total
Utilisation des terres; année de notification										
Établissements										
Terres forestières										
Terres cultivées										
Prairies										
Zones humides										
Autres terres										
Sous-total : Établissements										
Autres terres										
Terres forestières										
Autres terres										
Terres cultivées										
Prairies										
Zones humides										
Établissements										
Sous-total : Autres terres										
Autres (spécifier svp)										
Sous-total : Autres										
Total										

¹ Toutes les unités devront être notifiées en gigagrammes (Gg). Pour convertir l'unité de « kg N₂O-N » en Gg N₂O, multiplier la valeur (provenant des Feuilles de calculs) par 44/28 et 10⁻⁶. Comme pour la convention utilisée dans les Feuilles de calculs, le signe pour les absorptions est positif (+) et négatif (-) pour les émissions.

² Des perturbations de la croissance de la biomasse ligneuse peuvent se produire uniquement dans les forêts et prairies. Les émissions sans CO₂ dues au brûlage dirigé de la savane (prairies) sont notifiées au Chapitre 4 des *Lignes directrices du GIEC*.

³ La fertilisation est pratiquée sur les terres forestières, les terres cultivées, et les prairies. Les émissions de N₂O résultant de l'utilisation d'engrais azotés sur les terres cultivées sont notifiées au Chapitre 4 des *Lignes directrices du GIEC*.

Module	Terres forestières		
Sous-module	Terres forestières restant terres forestières		
Feuille de calcul	TF1c3: Variation annuelle des stocks de carbone des sols (feuille de calcul récapitulative)		
Feuille	1 de 1		
Variation annuelle des stocks de carbone des sols minéraux (tonnes C an ⁻¹)	Émissions de CO ₂ par les sols forestiers organiques drainés (tonnes C an ⁻¹)	Variation annuelle des stocks de carbone des sols (tonnes C an ⁻¹)	
A	B	C = A+B C	
$\Delta C_{PF_Minéraux}$	$\Delta C_{PF_Organiques}$	ΔC_{PF_Sols}	

Module	Terres forestières		
Sous-module	Terres converties en terres forestières		
Feuille de calcul	TF-2a: Variation annuelle des stocks de carbone de la biomasse vivante (biomasse aérienne et souterraine)		
Feuille	1 de 1		
La méthode suit la Feuille de calcul TF-1a: Variation annuelle des stocks de carbone de la biomasse vivante (biomasse aérienne et souterraine) des terres forestières restant terres forestières	La méthode suit la Feuille de calcul TF-1a: Variation annuelle des stocks de carbone de la biomasse vivante (biomasse aérienne et souterraine) des terres forestières restant terres forestières	Variation annuelle des stocks de carbone de la biomasse des terres converties en terres forestières (tonnes C an ⁻¹)	
A	B	C = A+B	C
$\Delta C_{TF, Croissance}$	$\Delta C_{TF, Pertes}$		$\Delta C_{TF, BV}$

Module		Terres forestières									
Sous-module		Terres converties en terres forestières									
Feuille de calcul		TF-2b: Variation annuelle des stocks de carbone de la matière organique morte (bois mort et litière)¹									
Feuille		1 de 2									
Catégorie d'utilisation des terres ²	Utilisation des terres pendant l'année de notification	Sous-catégories pour l'année de notification ³	Superficie des terres converties en terres forestières par régénération naturelle (ha)	Stocks de biomasse sur pied, en termes de carbone dans les forêts régénérées naturellement (tonnes m.s. ha ⁻¹)	Taux de mortalité dans les forêts régénérées naturellement (adimensionnel)	Transfert annuel de biomasse vers le bois mort pour des superficies régénérées naturellement (tonnes m.s. ha ⁻¹ an ⁻¹)	Transfert annuel de biomasse par le bois mort pour des superficies régénérées naturellement (tonnes m.s. ha ⁻¹ an ⁻¹)	Superficie des terres converties en terres forestières par plantations (ha)	Stocks de biomasse sur pied, en termes de carbone dans les forêts régénérées artificiellement (tonnes m.s. ha ⁻¹)	Taux de mortalité dans les forêts régénérées artificiellement (adimensionnel)	Transfert annuel de biomasse vers le bois mort pour des superficies régénérées artificiellement (tonnes m.s. ha ⁻¹ an ⁻¹)
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	
TC	TF	(a)	S_{RNat}	$B_{sur\ pied\ RNat}$	M_{RNat}	$B_{vers\ RNat}$	$B_{par\ RNat}$	S_{RART}	$B_{sur\ pied\ RART}$	M_{RART}	$B_{vers\ RART}$
		(b)									
		(c)									
	P	Sous-total									
		(a)									
		(b)									
		(c)									
	ZH, E, AT	Sous-total									
		(a)									
		(b)									
		(c)									
	Total	Sous-total									

¹ Le calcul est basé sur le Niveau 2 étant donné que le Niveau 1 suppose que la variation nette du carbone du bois mort et de la litière est égale à zéro.

² TF signifie Terres forestières ; TC Terres cultivées ; P Prairies ; ZH Zones humides ; E Établissements ; et AT Autres terres. Voir le Chapitre 2 pour des méthodologies de représentation des superficies terrestres.

³ L'utilisation des terres devra être subdivisée par types de forêts ou espèces arborées, système national de classification des terres, ou zones écologiques.

Module		Terres forestières		
Sous-module		Terres converties en terres forestières		
Feuille de calcul		TF-2c2: Variation annuelle des stocks de carbone des sols organiques		
Feuille		I de I		
Catégorie d'utilisation des terres	Utilisation des terres pendant l'année de notification	Superficie des sols organiques drainés des terres converties en terres forestières (ha)	Facteur d'émissions pour le CO ₂ par les sols organiques forestiers drainés (tonnes C ha ⁻¹ an ⁻¹)	Émissions de CO ₂ par les sols organiques drainés (tonnes C an ⁻¹) C = A • B
	Utilisation des terres initiale	Sous-catégories pour l'année de notification	A	B
TC	TF	(a)		
		(b)		
		(c)		
		Sous-total	S_{Drainage}	FE_{Drainage}
P	TF	(a)		
		(b)		
		(c)		
		Sous-total		$\Delta C_{TF}^{Organiques}$ ¹
ZH, E, AT	TF	(a)		
		(b)		
		(c)		
		Sous-total		
Total				

¹ Des symboles sont fournis pour montrer la relation entre les feuilles de calculs, les feuilles de calculs de compilation, les tableaux de notification, et les équations dans le texte principal du rapport. Veuillez noter que les symboles sont fournis pour une seule catégorie d'utilisation des terres, à titre d'exemple.

Module	Terres forestières		
Sous-module	Terres converties en terres forestières		
Feuille de calcul	TF-2c3: Variation annuelle des stocks de carbone des sols (Feuille de calcul récapitulative)		
Feuille	I de I		
Variation annuelle des stocks de carbone des sols minéraux (tonnes C an ⁻¹)	A	Émissions de CO ₂ par les sols organiques drainés (tonnes C an ⁻¹)	Variation annuelle des stocks de carbone des sols (tonnes C an ⁻¹) C = A+B C
$\Delta C_{TF, \text{Minéraux}}$		$\Delta C_{TF, \text{Organiques}}$	$\Delta C_{TF, \text{Sols}}$

Module		Terres forestières									
Sous-module		Terres converties en terres forestières									
Feuille de calcul		TF-2d: Émissions sans CO₂ imputables aux feux de végétation									
Feuille		1 de 1									
Catégorie d'utilisation des terres	Utilisation des terres pendant l'année de notification	Sous-catégories pour l'année de notification	Superficie brûlée (ha)	Masse de combustible disponible (kg m.s. ha ⁻¹)	Rendement de combustion ou fraction de biomasse brûlée (adimensionnel)	Facteur d'émissions pour chaque gaz à effet de serre (g/kg m.s.)	Émissions de CH ₄ imputables aux feux (tonnes CH ₄)	Émissions de CO imputables aux feux (tonnes CO)	Émissions de N ₂ O imputables aux feux (tonnes N ₂ O)	Émissions de NO _x imputables aux feux (tonnes NO _x)	
TC	TF	(a)	A	B	C	D	CH ₄	F	G	H	
			A	B	C	D _{CH₄}		CO			
						D _{CO}			N ₂ O		
		(b)				D _{N₂O}				NO _x	
						D _{NO_x}					
P	TF	Sous-total (a)									
		(b)									
		Sous-total									
Total											

Module	Terres cultivées			
Sous-module	Terres cultivées restant terres cultivées			
Feuille de calcul	TC-1c4: Variation annuelle des stocks de carbone des sols des terres cultivées			
Feuille	1 de 1			
Variation annuelle des stocks de carbone des sols minéraux (tonnes C an ⁻¹)	Émissions de CO ₂ par les sols organiques des terres cultivées (tonnes C an ⁻¹)	Émissions de CO ₂ résultant du chaulage (tonnes C an ⁻¹)	Variation annuelle des stocks de carbone des sols (tonnes C an ⁻¹) C = A-B-C	
A	B	C	D	
$\Delta C_{cc, \text{Minéraux}}$	$\Delta C_{cc, \text{Organiques}}$	$\Delta C_{cc, \text{Chaulage}}$	$\Delta C_{cc, \text{Sols}}$	

Module		Terres cultivées						
Sous-module		Terres converties en Terres cultivées						
Feuille de calcul		TC-2a: Variation annuelle des stocks de carbone de la biomasse vivante						
Feuille 1 de 1								
Catégorie d'utilisation des terres	Utilisation des terres pendant l'année de notification	Sous-catégories pour l'année de notification	Superficie annuelle des terres converties en terres cultivées (ha an ⁻¹)	Stocks de carbone de la biomasse immédiatement après conversion en terres cultivées (tonnes C ha ⁻¹)	Stocks de carbone de la biomasse immédiatement avant conversion en terres cultivées (tonnes C ha ⁻¹)	Variation des stocks de carbone par superficie lorsque les terres sont converties en terres cultivées (tonnes C ha ⁻¹)	Variation des stocks de carbone après un an de croissance des terres cultivées (tonnes C ha ⁻¹)	Variation annuelle des stocks de carbone de la biomasse vivante des terres converties en terres cultivées (tonnes C an ⁻¹)
	Utilisation des terres initiale	n	A	B	C	D = B-C	E	F = A • (D+E)
TF	TC	(a)	S _{Conversion}	C _{Après}	C _{Avant}	T _{Conversion}	ΔC _{Croissance}	ΔC _{TC} ³ _{BY}
		(b)						
		(c)						
P	TC	Sous-total						
		(a)						
		(b)						
		(c)						
ZH, E, AT	TC	Sous-total						
		(a)						
		(b)						
		(c)						
Total		Sous-total						

¹ TF signifie Terres forestières ; TC Terres cultivées ; P Prairies ; ZH Zones humides ; E Établissements ; et AT Autres terres. Voir le Chapitre 2 pour des méthodologies de représentation des superficies terrestres.

² L'utilisation des terres devra être sub-divisée par type de végétation ligneuse vivace et zones climatiques.

³ Des symboles sont fournis pour montrer la relation entre les feuilles de calculs, les feuilles de calculs de compilation, les tableaux de notification, et les équations dans le texte principal du rapport. Veuillez noter que les symboles sont fournis pour une seule catégorie d'utilisation des terres, à titre d'exemple.

Module		Terres cultivées						
Sous-module		Terres converties en terres cultivées						
Feuille de calcul		TC-2c1: Variation annuelle des stocks de carbone des sols minéraux						
Feuille 1 de 2								
Catégorie d'utilisation des terres	Utilisation des terres pendant l'année de notification	Sous-catégories pour l'année de notification	Superficie des terres converties en terres cultivées (ha)	Période d'inventaire (valeur par défaut 20 ans)	Stocks de carbone de référence (tonnes C ha ⁻¹)	Facteur de variation des stocks pour le type d'utilisation des terres ou de changement d'affectation des terres pour l'année initiale (avant la conversion) (adimensionnel)	Facteur de variation des stocks pour le régime de gestion pour l'année initiale (avant la conversion) (adimensionnel)	Facteur de variation des stocks pour les apports de matière organique pour l'année initiale (avant la conversion) (adimensionnel)
	Utilisation des terres initiale							
TF	TC	(a)	A	B	C	D	E	F
		(b)		T	COS_{ref}	F_{UT(0-T)}	F_{RG(0-T)}	F_{A(0-T)}
		(c)						
		Sous-total						
P	TC	(a)						
		(b)						
		(c)						
		Sous-total						
ZH, E, AT	TC	(a)						
		(b)						
		(c)						
		Sous-total						
Total								

¹ Le principal système de cultures du pays devra être couvert.

Module		Terres cultivées							
Sous-module		Terres converties en terres cultivées							
Feuille de calcul		TC-2c1: Variation annuelle des stocks de carbone des sols minéraux							
Feuille		2 de 2							
Catégorie d'utilisation des terres	Utilisation des terres pendant l'année de notification n	Sous-catégories pour l'année de notification	Stocks de carbone organique des sols pour l'année initiale (avant la conversion) (tonnes C ha ⁻¹) $G = C \bullet D \bullet E \bullet F$	Facteur de variation des stocks pour le type d'utilisation des terres ou de changement d'affectation des terres pour l'année d'inventaire courante (dimensionless)	Facteur de variation des stocks pour le régime de gestion pour l'année d'inventaire courante (adimensionnel)	Facteur de variation des stocks pour les apports de matière organique pour l'année d'inventaire courante (adimensionnel)	Stocks de carbone organique des sols pour l'année d'inventaire courante (tonnes C ha ⁻¹) $K = C \bullet H \bullet I \bullet J$	Variation annuelle des stocks de carbone des sols minéraux (tonnes C an ⁻¹) $L = [(K-G) \bullet A] / B$	
TF	TC	(a)	G	H	I	J	K	L	
		(b)	$COS_{(0-T)}$	$F_{UT(0)}$	$F_{RG(0)}$	$F_{A(0)}$	COS_0	$\Delta C_{TC_{minéraux}}^1$	
		(c)							
		Sous-total							
P	TC	(a)							
		(b)							
		(c)							
		Sous-total							
ZH, E, AT	TC	(a)							
		(b)							
		(c)							
		Sous-total							
Total									

¹ Des symboles sont fournis pour montrer la relation entre les feuilles de calculs, les feuilles de calculs de compilation, les tableaux de notification, et les équations dans le texte principal du rapport. Veuillez noter que les symboles sont fournis pour une seule catégorie d'utilisation des terres, à titre d'exemple.

Terres cultivées					
Sous-module					
Terres converties en terres cultivées					
Feuille de calcul					
TC-2c2: Variation annuelle des stocks de carbone des sols organiques					
Feuille					
Catégorie d'utilisation des terres		Sous-catégories pour l'année de notification	Superficie des sols organiques pour le type de climat <i>c</i> qui sont convertis en terres cultivées (ha)	Facteur d'émissions pour le type de climat <i>c</i> (tonnes C ha ⁻¹ an ⁻¹)	Émissions de CO ₂ par les sols organiques cultivés (tonnes C an ⁻¹)
Utilisation des terres initiale	Utilisation des terres pendant l'année de notification				$C = A \bullet B$
TF	TC	(a)	A	B	C
		(b)			
		(c)			
		Sous-total	S	FE	$\Delta C_{TC}^{Organiques}$
P	TC	(a)			
		(b)			
		(c)			
		Sous-total			
ZH, E, AT	TC	(a)			
		(b)			
		(c)			
		Sous-total			
Total					

¹ Des symboles sont fournis pour montrer la relation entre les feuilles de calculs, les feuilles de calculs de compilation, les tableaux de notification, et les équations dans le texte principal du rapport. Veuillez noter que les symboles sont fournis pour une seule catégorie d'utilisation des terres, à titre d'exemple.

Terres cultivées					
Terres converties en terres cultivées					
TC-2c3: Émissions de carbone résultant du chaulage agricole					
Feuille 1 de 1					
Module	Terres cultivées				
Sous-module	Terres converties en terres cultivées				
Feuille de calcul	TC-2c3: Émissions de carbone résultant du chaulage agricole				
Feuille	1 de 1				
Catégorie d'utilisation des terres	Sous-catégories pour l'année de notification	Type de chaux	Quantité totale de chaux appliquée annuellement (tonnes chaux an ⁻¹)	Facteur d'émissions (teneur en carbone des matériaux de chaulage) (tonnes C/tonne chaux)	Émissions annuelles de CO ₂ dues au chaulage agricole (tonnes C an ⁻¹) D = B • C
Utilisation des terres initiale	Utilisation des terres pendant l'année de notification	A	B	C	D
TF	TC	Type	Quantité	FE	$\Delta C_{TC_Chaulage}$ ¹
	(a)				
	(b)				
	(c)				
	Sous-total				
P	(a)				
	(b)				
	(c)				
	Sous-total				
ZH, E, AT	(a)				
	(b)				
	(c)				
	Sous-total				
Total					

¹ Des symboles sont fournis pour montrer la relation entre les feuilles de calculs, les feuilles de calculs de compilation, les tableaux de notification, et les équations dans le texte principal du rapport. Veuillez noter que les symboles sont fournis pour une seule catégorie d'utilisation des terres, à titre d'exemple.

Module	Terres cultivées			
Sous-module	Terres converties en terres cultivées			
Feuille de calcul	TC-2c4: Variation annuelle des stocks de carbone des terres cultivées			
Feuille	I de I			
Variation annuelle des stocks de carbone des sols minéraux (tonnes C an ⁻¹) A	Émissions annuelles de carbone par les sols organiques cultivés (tonnes C an ⁻¹) B	Émissions de CO ₂ résultant du chaulage (tonnes C an ⁻¹) C	Variation annuelle des stocks de carbone des sols (tonnes C an ⁻¹) C = A-B-C D	
$\Delta C_{TC, \text{Minéraux}}$	$\Delta C_{TC, \text{Organiques}}$	$\Delta C_{TC, \text{Chaulage}}$	$\Delta C_{TC, \text{Sols}}$	

Module		Terres cultivées				
Sous-module		Terres converties en terres cultivées				
Feuille de calcul		TC-2d: Émissions annuelles de N ₂ O par les sols minéraux				
Feuille		I de I				
Catégorie d'utilisation des terres	Utilisation des terres pendant l'année de notification ⁿ	Sous-catégories pour l'année de notification	Facteur d'émissions par défaut du GIEC utilisé pour calculer les émissions par les terres cultivées dues aux apports d'azote, sous forme d'engrais minéraux, fumier, ou résidus de cultures (kg N ₂ O-N/ kg N)	Émissions annuelles d'azote résultant de la minéralisation nette des matières organiques des sols à la suite de la perturbation (Voir Remarque 1 ci-dessous) (kg N an ⁻¹)	Émissions supplémentaires résultant du changement d'affectation des terres (kg N ₂ O-N an ⁻¹)	Émissions de N ₂ O à la suite de la perturbation associée à la conversion de terres forestières, prairies ou autres terres en terres cultivées (kg N ₂ O-N an ⁻¹)
			A	B	C	D
TF	TC	(a)				
		(b)	FE ₁	N _{net-min}	N ₂ O _{net-min-N}	Émissions _{TC} N ₂ O ²
		(c)				
		Sous-total				
P	TC	(a)				
		(b)				
		(c)				
		Sous-total				
ZH, E, AT	TC	(a)				
		(b)				
		(c)				
		Sous-total				
Total						

¹ Colonne C = valeur de la Colonne A de la Feuille de calcul TC-2c4 divisée par le rapport C:N (voir Équation 3.3.15). La valeur par défaut pour le rapport C:N est 15.

² Des symboles sont fournis pour montrer la relation entre les feuilles de calculs, les feuilles de calculs de compilation, les tableaux de notification, et les équations dans le texte principal du rapport. Veuillez noter que les symboles sont fournis pour une seule catégorie d'utilisation des terres, à titre d'exemple.

Module	Prairies			
Sous-module	Prairies restant prairies			
Feuille de calcul	P-1c4: Variation annuelle des stocks de carbone des prairies			
Feuille	1 de 1			
Variation annuelle des stocks de carbone des sols minéraux (tonnes C an ⁻¹)	Émissions de CO ₂ par les sols organiques cultivés (tonnes C an ⁻¹)	Émissions annuelles de carbone dues au chaulage agricole (tonnes C an ⁻¹)	Variation annuelle des stocks de carbone des sols (tonnes C an ⁻¹) C = A-B-C	
A	B	C	D	
$\Delta C_{PP_Minéraux}$	$\Delta C_{PP_Organiques}$	$\Delta C_{PP_Chaulage}$	ΔC_{PP_Sols}	

Module		Prairies						
Sous-module		Terres converties en prairies						
Feuille de calcul		P-2a: Variation annuelle des stocks de carbone de la biomasse vivante et morte						
Feuille		1 de 1						
Catégorie d'utilisation des terres	Utilisation des terres pendant l'année de notification	Utilisation des terres initiale	Superficies des terres converties en prairies à partir d'une utilisation des terres initiale (ha an ⁻¹)	Stocks de carbone de la biomasse immédiatement après la conversion en prairies (tonnes C ha ⁻¹)	Stocks de carbone de la biomasse immédiatement avant la conversion en prairies (tonnes C ha ⁻¹)	Variation des stocks de carbone par superficie pour ce type de conversion (tonnes C ha ⁻¹)	Variation des stocks de carbone après un an de croissance des prairies après conversion (tonnes C ha ⁻¹)	Variation annuelle des stocks de carbone de la biomasse vivante (tonnes C an ⁻¹)
			A	B	C	D	E	F
TF	P		S _{Conversion}	C _{Après}	C _{Avant}	T _{Conversion}	ΔC _{Croissance}	ΔC _{TF_{BV}} ³
		(a)						
		(b)						
		(c)						
		Sous-total						
TC	P							
		(a)						
		(b)						
		(c)						
		Sous-total						
ZH, E, AT	P							
		(a)						
		(b)						
		(c)						
		Sous-total						
Total								
¹ TF signifie Terres forestières ; TC Terres cultivées ; P Prairies ; ZH Zones humides ; E Établissements ; et AT Autres terres. Voir le Chapitre 2 pour des méthodologies de représentation des superficies terrestres.								
² L'utilisation des terres devra être sub-divisée par types de prairies et zone climatique.								
³ Des symboles sont fournis pour montrer la relation entre les feuilles de calculs, les feuilles de calculs de compilation, les tableaux de notification, et les équations dans le texte principal du rapport. Veuillez noter que les symboles sont fournis pour une seule catégorie d'utilisation des terres, à titre d'exemple.								

Module		Prairies						
Sous-module		Terres converties en prairies						
Feuille de calcul		P-2c1: Variation annuelle des stocks de carbone des sols minéraux						
Feuille		1 de 2						
Catégorie d'utilisation des terres	Utilisation des terres pendant l'année de notification	Sous-catégories pour l'année de notification	Superficie des terres converties en prairies à partir d'une utilisation des terres initiale (ha)	Période d'inventaire (valeur par défaut 20 ans)	Stocks de carbone de référence (tonnes C ha ⁻¹)	Facteur de variation des stocks pour le type d'utilisation des terres ou de changement d'affectation des terres pendant l'année initiale (avant la conversion) (adimensionnel)	Facteur de variation des stocks pour le régime de gestion pendant l'année initiale (avant la conversion) (adimensionnel)	Facteur de variation des stocks pour les apports de matière organique pendant l'année initiale (avant la conversion) (adimensionnel)
	Utilisation des terres initiale		A	B	C	D	E	F
TF	P	(a)						
		(b)	S	T	COS_{ref}	F_{UT(0-T)}	F_{RG(0-T)}	F_{AO(0-T)}
		(c)						
		Sous-total						
TC	P	(a)						
		(b)						
		(c)						
		Sous-total						
ZH, E, AT	P	(a)						
		(b)						
		(c)						
		Sous-total						
Total								

Module		Prairies						
Sous-module		Terres converties en prairies						
Feuille de calcul		P-2c1: Variation annuelle des stocks de carbone des sols minéraux						
Feuille		2 de 2						
Catégorie d'utilisation des terres	Utilisation des terres pendant l'année de notification	Sous-catégories pour l'année de notification	Stocks de carbone organique des sols pour l'année initiale (avant la conversion) (tonnes C ha ⁻¹) $G = C \bullet D \bullet E \bullet F$	Facteur de variation des stocks pour le type d'utilisation des terres ou de changement d'affectation des terres pour l'année d'inventaire courante (adimensionnel)	Facteur de variation des stocks pour le régime de gestion pour l'année d'inventaire courante (adimensionnel)	Facteur de variation des stocks pour les apports de matière organique pour l'année d'inventaire courante (adimensionnel)	Stocks de carbone organique des sols pour l'année d'inventaire courante (tonnes C ha ⁻¹) $K = C \bullet H \bullet I \bullet J$	Variation annuelle des stocks de carbone des sols minéraux (tonnes C an ⁻¹) $L = [(K-G) \bullet A] / B$
	Utilisation des terres initiale		H	I	J	K	L	
TF	P	(a)	G				K	
		(b)	$COS_{(a-T)}$	$F_{RG(0)}$	$F_{A(0)}$	COS_0		$\Delta C_{TP, Minéraux}^1$
		(c)						
		Sous-total						
TC	P	(a)						
		(b)						
		(c)						
		Sous-total						
ZH, E, AT	P	(a)						
		(b)						
		(c)						
		Sous-total						
Total								

¹ Des symboles sont fournis pour montrer la relation entre les feuilles de calculs, les feuilles de calculs de compilation, les tableaux de notification, et les équations dans le texte principal du rapport. Veuillez noter que les symboles sont fournis pour une seule catégorie d'utilisation des terres, à titre d'exemple.

Module		Prairies			
Sous-module		Terres converties en prairies			
Feuille de calcul		P-2c2: Variation annuelle des stocks de carbone des sols organiques cultivés			
Feuille		1 de 1			
Catégorie d'utilisation des terres	Utilisation des terres pendant l'année de notification	Superficie des sols organiques convertis en prairies (ha)	Facteur d'émissions pour le type de climat c (tonnes C ha ⁻¹ an ⁻¹)	Émissions de CO ₂ par les sols organiques des terres cultivées (tonnes C an ⁻¹)	
	Utilisation des terres initiale	A	B	C = A • B	
TF	P	(a)	B	C	
		(b)	FE		
		(c)			
		Sous-total		$\Delta C_{TP, Organiques}^1$	
TC	P	(a)			
		(b)			
		(c)			
		Sous-total			
ZH, E, AT	P	(a)			
		(b)			
		(c)			
		Sous-total			
Total					

¹ Des symboles sont fournis pour montrer la relation entre les feuilles de calculs, les feuilles de calculs de compilation, les tableaux de notification, et les équations dans le texte principal du rapport. Veuillez noter que les symboles sont fournis pour une seule catégorie d'utilisation des terres, à titre d'exemple.

Module		Prairies			
Sous-module		Terres converties en prairies			
Feuille de calcul		P-2c3: Émissions annuelles de carbone résultant du chaulage agricole			
Feuille 1 de 1					
Catégorie d'utilisation des terres	Utilisation des terres pendant l'année de notification	Type de chaux	Quantité annuelle totale de chaux appliquée (tonnes chaux an ⁻¹)	Facteur d'émissions (teneur en carbone des produits de chaulage) (tonnes C/tonne chaux)	Émissions annuelles de carbone dues au chaulage agricole (tonnes C an ⁻¹) D = B • C
	Utilisation des terres initiale				
TF	P	A	B	C	D
	(a)	Type	Quantité	FE	AC ¹ _{TP Chaulage}
	(b)				
	(c)				
	Sous-total				
TC	P				
	(a)				
	(b)				
	(c)				
	Sous-total				
ZH, E, AT	P				
	(a)				
	(b)				
	(c)				
	Sous-total				
Total					

¹ Des symboles sont fournis pour montrer la relation entre les feuilles de calculs, les feuilles de calculs de compilation, les tableaux de notification, et les équations dans le texte principal du rapport. Veuillez noter que les symboles sont fournis pour une seule catégorie d'utilisation des terres, à titre d'exemple.

Module	Prairies			
Sous-module	Terres converties en prairies			
Feuille de calcul	P-2c4: Variation annuelle des stocks de carbone des sols des prairies			
Feuille	I de I			
Variation annuelle des stocks de carbone des sols minéraux (tonnes C an ⁻¹) A	Émissions de CO ₂ par les sols organiques cultivés (tonnes C an ⁻¹) B	Émissions annuelles de carbone résultant du chaulage agricole (tonnes C an ⁻¹) C	Variation annuelle des stocks de carbone des sols (tonnes C an ⁻¹) C = A-B-C D	
$\Delta C_{TP, \text{Minéraux}}$	$\Delta C_{TP, \text{Organiques}}$	$\Delta C_{TP, \text{Chaulage}}$	$\Delta C_{TP, \text{Sols}}$	

Module		Zones humides					
Sous-module		Zones humides restant zones humides (Terres inondées restant terres inondées)					
Feuille de calcul		ZH-1d3: Émissions de CH ₄ par les terres inondées					
Feuille		1 de 1					
Catégorie d'utilisation des terres	Utilisation des terres pendant l'année de notification	Sous- catégories pour l'année de notification	Superficie inondée totale, y compris superficie des terres inondées, lacs inondés, et fleuves inondés (ha)	Période d'inondation (jours par an) ¹	Émissions par diffusion moyennées quotidiennement (Gg CH ₄ ha ⁻¹ jour ⁻¹)	Émissions par bulles moyennées quotidiennement (Gg CH ₄ ha ⁻¹ jour ⁻¹)	Émissions de CH ₄ totales par les terres inondées (Gg CH ₄ an ⁻¹) E = A • B • (C + D)
		A	B	C	D	E	
ZH	ZH	(a)	A	B	C	D	E
		(b)	A _{inond} , superficie totale	P	E _{(CH₄)diff}	E _{(CH₄)bulles}	Émissions _{ZZ inondées} CH ₄
		(c)					
		Sous-total					
Total							

¹ En général, 365 jours pour les estimations d'inventaire annuel.

Module		Zones humides					
Sous-module		Terres converties à des fins d'extraction de tourbe					
Feuille de calcul		ZH-2a1: Variation annuelle des stocks de carbone de la biomasse vivante					
Feuille		1 de 1					
Catégorie d'utilisation des terres	Utilisation des terres pendant l'année de notification	Sous-catégories pour l'année de notification	Superficie des terres converties annuellement à des fins d'extraction de tourbe à partir de l'utilisation des terres initiale i (ha an ⁻¹)	Biomasse aérienne immédiatement après la conversion à des fins d'extraction de tourbe (tonnes m.s. ha ⁻¹)	Biomasse aérienne immédiatement avant la conversion à des fins d'extraction de tourbe (tonnes m.s. ha ⁻¹)	Fraction de carbone de matière sèche (valeur par défaut 0,5) [tonnes C (tonnes m.s.) ⁻¹]	Variation annuelle des stocks de carbone de la biomasse vivante des terres converties à des fins d'extraction de tourbe (tonnes C an ⁻¹) E = A • (B-C) • D
	Utilisation des terres initiale						
TF	ZH	(a)	A	B	C	D	E
		(b)	S _i	B _{Après}	B _{Avant}	FC	$\Delta C_{TZ} \text{ tourbe}_{BY}^1$
		(c)					
		Sous-total					
TC	ZH						
P	ZH						
Total							

¹ Des symboles sont fournis pour montrer la relation entre les feuilles de calculs, les feuilles de calculs de compilation, les tableaux de notification, et les équations dans le texte principal du rapport. Veuillez noter que les symboles sont fournis pour une seule catégorie d'utilisation des terres, à titre d'exemple.

Appendice 3a.1 Produits ligneux récoltés : Base d'un futur développement méthodologique

3a.1.1 Questions méthodologiques

3a.1.1.1 LIENS AVEC LES *LIGNES DIRECTRICES DU GIEC*¹

Les *Lignes directrices du GIEC* (GIEC, 1997) décrivent comment la question du bois récolté pourrait être traitée dans les inventaires nationaux des gaz à effet de serre (GES). La présente section décrit les liens entre cette description et les méthodes d'estimation présentées dans cet Appendice. On entend par produits ligneux récoltés (PLR) les produits en bois et en papier. Cette désignation n'inclut pas le carbone des arbres récoltés qui sont laissés sur place, après la récolte. La question du bois récolté est examinée dans l'Encadré 5 (*Lignes directrices du GIEC*, Manuel de référence, p. 5.17) comme suit :

« Pour les besoins des calculs de base, la supposition par défaut recommandée est que tout le carbone enlevé dans le bois et autre biomasse des forêts est oxydé pendant l'année de l'élimination. Bien que, de toute évidence, ceci n'est pas strictement exact dans le cas de certains produits forestiers, ceci est considéré comme une supposition légitime, conservatrice pour les calculs initiaux. »

et

« ... la supposition par défaut recommandée est que la totalité du carbone de la biomasse récoltée est oxydée pendant l'année de la récolte. Ceci est basé sur l'impression selon laquelle les stocks de produits forestiers dans la plupart des pays n'augmentent pas significativement sur une base annuelle. » Toujours selon les *Lignes directrices* « La méthode proposée recommande d'inclure le stockage du carbone des produits forestiers dans un inventaire national uniquement lorsqu'un pays peut documenter une augmentation à long terme des stocks existants de produits forestiers. Si les données le permettent, on peut ajouter un bassin à l'Équation (1) dans le calcul de l'évolution du patrimoine forestier et des autres stocks de biomasse ligneuse pour prendre en compte ces augmentations du bassin de produits forestiers. Naturellement, cette information nécessitera une documentation soignée, y compris la comptabilisation des importations et exportations de produits forestiers pendant la période d'inventaire. »

Une remarque s'impose sur les liens entre cette discussion et le présent rapport : les *Lignes directrices du GIEC* recommandent d'inclure les estimations de stockage dans les inventaires uniquement si un pays peut présenter une méthode documentant l'augmentation des stocks. Le présent Appendice a pour but d'élargir cette discussion à des méthodes susceptibles d'aider les pays à calculer et documenter les augmentations des stocks de PLR. Cet Appendice part du principe selon lequel il convient d'aider les pays à établir s'ils satisfont à la condition restrictive « uniquement » des *Lignes directrices du GIEC*.

La recommandation des *Lignes directrices du GIEC* susmentionnée constitue le point de départ du développement de recommandations en matière de bonnes pratiques pour l'estimation et la notification des PLR. La supposition par défaut recommandée – à savoir, que le carbone du bois récolté est oxydé pendant l'année de la récolte – a le même effet que lorsqu'il n'y a pas de variations significatives des stocks de produits. Dans ce cas, les flux de carbone de la récolte sont égaux aux flux de décomposition des PLR dans l'atmosphère, mais il peut y avoir un délai en ce qui concerne les émissions (et donc des stocks de PLR importants mais constants). Cette supposition est dite *Méthodologie par défaut du GIEC* dans le reste de la présente section. Si les données le permettent, des variations des stocks positives des PLR peuvent être notifiées dans les inventaires nationaux des gaz à effet de serre, de deux façons, au choix :

Méthode 1: Estimation de la variation annuelle des stocks de carbone des PLR dans un pays, quelle que soit l'origine du bois. Ceci signifie que :

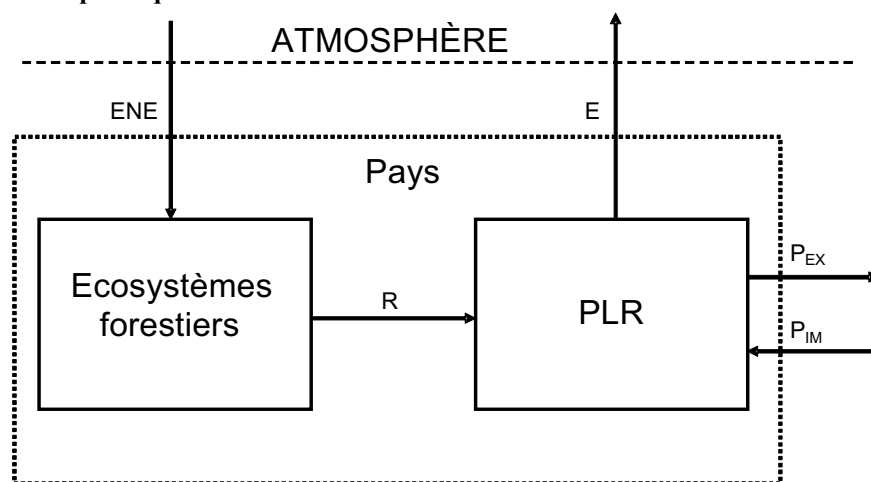
- Les sources de carbone des produits ligneux ne sont pas spatialement spécifiques – c'est-à-dire que le carbone des produits provient d'un certain nombre de zones terrestres, y compris de forêts étrangères, mais le carbone finit dans le pays présentant l'inventaire.
- Les estimations des variations des stocks seront basées sur des données concernant des produits utilisés et éliminés dans les limites territoriales d'un pays – ceci pourrait inclure les importations et exportations des produits. Les données sur les utilisations et l'élimination seraient disponibles dans un pays.

¹ Les *Lignes directrices du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre – Version révisée 1996* (GIEC, 1997) sont abrégées en *Lignes directrices du GIEC* dans le présent rapport.

- Le bois provient de nombreuses sources et activités de gestion, qui peuvent être extérieures au pays. La variation des stocks ne peut pas être associée à des activités sur une seule superficie terrestre.
- La méthode peut être utilisée dans le cadre d'une évaluation des effets des facteurs sur l'accumulation et les pertes des stocks de carbone des PLR dans un pays.
- Il existe plusieurs types d'absorptions (ou de transferts vers les PLR) et d'émissions associés à l'estimation des variations des stocks de PLR dans un pays, notamment le transfert de récoltes domestiques vers des produits, le transfert d'importations vers des produits, et le transfert de produits vers d'autres pays, ainsi que les émissions par des produits vers l'atmosphère (voir Figure 3a.1.1).
- Les variations positives des stocks de carbone seront interprétées comme des absorptions ou, ce qui revient au même, comme des émissions négatives, exprimées en Gg CO₂/an dans les inventaires nationaux des gaz à effet de serre.

La Méthode 1 est dite Méthode des variations des stocks.

Figure 3a.1.1 Flux et stocks de carbone associés aux forêts et produits ligneux récoltés (PLR) illustrant les Méthodes des variations des stocks et de comptabilisation des flux atmosphériques².



Définition des variables :

- ENE = échange net entre les écosystèmes
- R = bois récolté transporté des forêts
- E = émissions par les PLR dans les limites territoriales du pays
- P_{EX} = exportations de PLR y compris bois rond, déchets ligneux et produits raffinés
- P_{IM} = importations de PLR y compris bois rond, déchets ligneux et produits raffinés

Méthode 2: Estimation des variations annuelles des stocks de carbone des PLR lorsque le carbone provient d'arbres récoltés dans le pays présentant l'inventaire. Ceci signifie que :

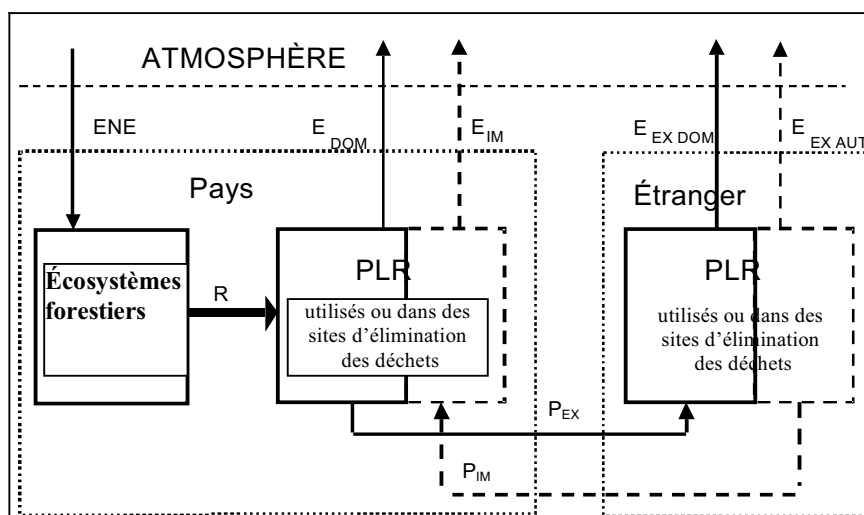
- Les estimations des variations des stocks seront basées sur ce qui arrive au carbone des produits ligneux provenant d'une zone terrestre – cela peut inclure l'exportation des produits et leur élimination dans d'autres pays. Des données sur les utilisations et l'élimination devront être fournies par différents pays, ou bien des suppositions seront peut-être nécessaires quant à l'élimination dans d'autres pays.
- En conséquence, les limites de la notification ne coïncideront pas avec les limites territoriales nationales.
- Le bois provient d'une seule source terrestre et la variation des stocks de carbone sera associée aux activités de gestion sur ces terres.
- Cette méthode peut être utilisée dans le cadre d'une évaluation des variations des stocks de carbone associées à la gestion sur certaines terres.
- Cette méthode peut suivre le cycle de vie de tout le carbone des produits ligneux récoltés sur une superficie spécifique.

² La Méthode des flux atmosphériques est la Méthode 3 dans la présente section.

- Les variations positives des stocks de carbone seront interprétées comme des absorptions ou, ce qui revient au même, comme des émissions négatives, exprimées en Gg CO₂/an dans les inventaires nationaux des gaz à effet de serre.
- Il existe plusieurs types d'absorptions (ou de transferts vers les PLR) et d'émissions associés aux estimations des variations des stocks de PLR provenant du bois d'œuvre dans un pays, notamment le transfert de récoltes domestiques vers des produits dans le pays et dans d'autres pays, les émissions dans le pays par des PLR provenant de la récolte domestique et les émissions dans d'autres pays par des PLR provenant de la récolte domestique (voir Figure 3a.1.2).

La Méthode 2 est dite Méthode de production.

Figure 3a.1.2 Flux et stocks de carbone associés aux forêts et produits ligneux récoltés (PLR) illustrant la Méthode de comptabilisation de la production.



Définition des variables :

- ENE = échange net entre les écosystèmes
 R = bois récolté transporté des forêts
 E_{DOM} = émissions dans le pays par des PLR composés de bois récoltés dans les forêts domestiques
 $E_{EX DOM}$ = émissions dans d'autres pays par des PLR composés de bois exportés à l'étranger qui ont été fabriqués à partir de bois récoltés dans les forêts du pays
 E_{IM} = émissions dans le pays par des PLR importés
 $E_{EX AUT}$ = émissions dans d'autres pays par des PLR composés de bois récoltés dans d'autres pays
 P_{EX} = exportations de PLR, y compris bois rond, déchets ligneux et produits raffinés
 P_{IM} = importations de PLR, y compris bois rond, déchets ligneux et produits raffinés

Les méthodes 1 et 2 ci-dessus ont été élaborées lors d'une réunion d'experts du GIEC sur les Produits ligneux récoltés (GIEC,1998). Si une de ces méthodes a été appliquée par un organisme chargé des inventaires, l'estimation de la variation annuelle des stocks des PLR sera ajoutée à l'estimation de la variation annuelle de la biomasse dans l'Équation 1 des *Lignes directrices du GIEC* (Manuel de référence, p. 5.19). L'Équation 1 dans les *Lignes directrices du GIEC* correspond à la somme des Équations 3.2.1 et 3.2.21 au Chapitre 3 du présent rapport. L'Équation 3.2.1 indique la variation du carbone des terres forestières restant terres forestières et l'Équation 3.2.21 indique la variation du carbone des terres non forestières converties en terres forestières. La Méthode de production ajoutera la variation du carbone des PLR lorsque le carbone provient d'arbres de forêts domestiques (les sources terrestres citées dans les Équations 3.2.1 et 3.2.21). La Méthode des variations des stocks ajoutera la variation du carbone des PLR dans le pays (inclut les importations, exclut les exportations).

Une troisième méthode, sans référence explicite dans les *Lignes directrices du GIEC*, a aussi été établie lors de la réunion des experts du GIEC susmentionnée.

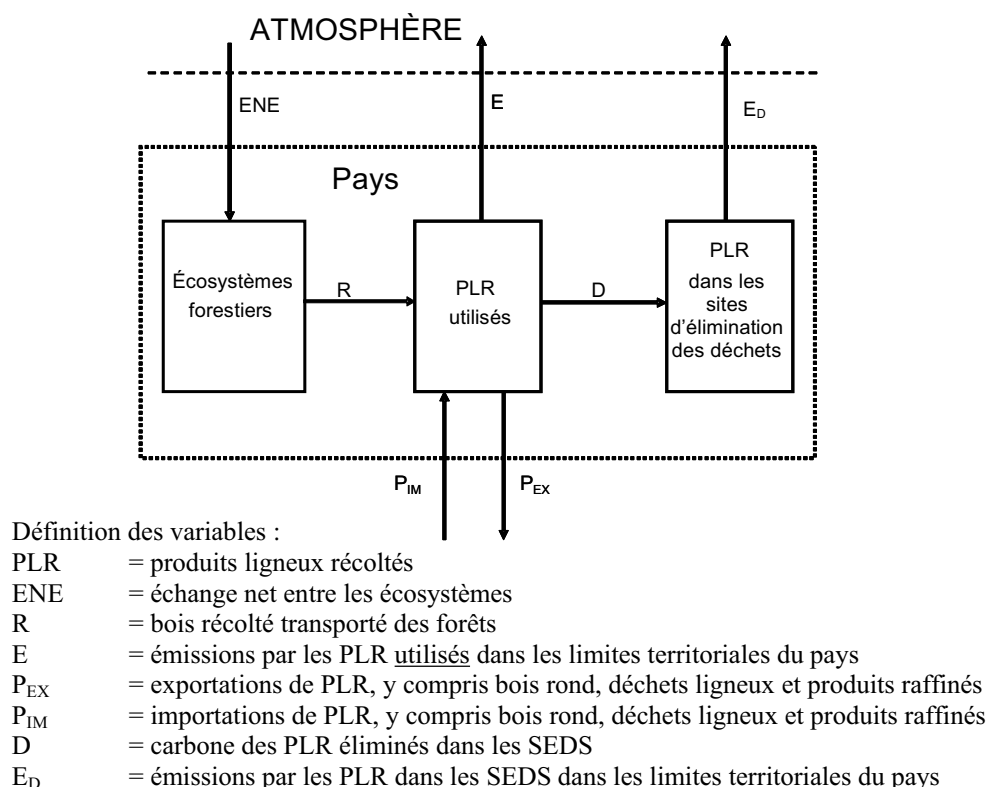
Méthode 3 : Estimation des flux atmosphériques annuels entre l'atmosphère et les forêts/PLR dans les limites territoriales nationales. Ceci signifie que :

- Cette méthode a un autre point de vue. Contrairement aux Méthodes 1 et 2, elle n'est pas axée sur les variations des stocks, mais sur les flux de carbone en direction et en provenance de l'atmosphère. Elle examine l'absorption annuelle de carbone par les forêts et les émissions par les PLR.

- Au lieu de notifier les variations annuelles des stocks de carbone des PLR, comme avec la Méthode 1, la Méthode 3 estime les émissions annuelles (voir Figure 3.a.1.1).
- Cette méthode peut nécessiter la modification de la pratique de notification existante relative aux forêts. Au lieu de notifier uniquement la variation annuelle nette de la biomasse forestière, en tant que croissance moins récolte (et les variations du carbone des autres stocks des écosystèmes forestiers), on notifie le flux de carbone annuel net vers les écosystèmes forestiers (échange net pour l'écosystème) ainsi que les estimations des émissions par les PLR (voir Figure 3.a.1.1).
- Les estimations des émissions seront basées sur des données sur ce qui arrive aux produits utilisés et dans les sites d'élimination dans les limites territoriales d'un pays (qui peuvent inclure les mouvements des produits dans le cadre d'importations et d'exportations). Des données sur les utilisations et l'élimination seront disponibles dans le pays présentant l'inventaire. A cet égard, ceci est similaire à la Méthode 1 (voir Figures 3a.1.1 et 3a.1.3.)
- Le bois provient d'un grand nombre de sources et d'activités de gestion, dont certaines peuvent être extérieures au pays. Les émissions sont liées à l'emplacement des émissions, mais non pas à la terre d'origine du carbone des produits ligneux. Dans ce sens, cette méthode est semblable à Méthode 1.
- Cette méthode peut être utilisée pour évaluer les effets des tous les facteurs influant sur les émissions de carbone des produits ligneux dans un pays.
- Il existe plusieurs type d'absorptions (ou de transferts vers les PLR) et d'émissions associés à l'estimation des émissions par les stocks de PLR dans un pays, notamment le transfert de la récolte vers des produits, les émissions par les PLR restant dans le pays, et les émissions par des produits importés dans le pays (voir Figure 3a.1.1).
- Le flux de carbone E à la Figure 3a.1.1 sera interprété comme une émission, exprimé en Gg CO₂/an dans les inventaires nationaux de gaz à effet de serre.

La Méthode 3 est dite Méthode des flux atmosphériques.

Figure 3a.1.3 Flux et stocks de carbone lorsque les produits utilisés et dans les sites d'élimination des déchets solides (SEDS) sont pris en compte (Méthodes de comptabilisation des variations des stocks et des flux atmosphériques).



But du présent appendice

Le présent appendice a pour but de fournir des informations sur des méthodes possibles d'estimation des variations des stocks conformément aux recommandations des *Lignes directrices du GIEC*. Il pourra aussi être

utile pour les méthodes décrites ci-dessous, ou, potentiellement, pour d'autres méthodes, suivant les décisions adoptées par la CDP et/ou la CDP/RDP à ce sujet³.

Comptabilisation du carbone des déchets ligneux

Le choix des méthodes soulève une question supplémentaire, celle de savoir si on doit ou non inclure les variations des stocks de PLR des sites d'élimination des déchets solides (SEDS) dans l'estimation et la notification des émissions/absorptions, et, si oui, comment les inclure. Plusieurs points doivent être examinés :

- Pour les suppositions relatives à la décomposition du bois dans les SEDS, doit-il y avoir cohérence entre le secteur Déchets et le secteur Forêts ? En d'autres termes, si le secteur Déchets estime qu'une partie des stocks de carbone des produits ligneux dans les SEDS ne se décompose pas, le secteur Forêts doit-il faire la même supposition ?
- Le secteur Déchets doit-il suivre les PLR stockés dans les SEDS ? Si oui, comment cela sera-t-il reflété dans la comptabilisation pour les PLR dans le secteur Forêts ? Actuellement, le secteur Déchets estime les émissions de méthane par les sites d'élimination des déchets solides (SEDS) (y compris les émissions dues au bois et au papier) mais n'estime pas les variations correspondantes des stocks de carbone dans les SEDS.

La présente section n'apporte pas de réponses à ces questions, mais présente des suggestions en matière de méthodes d'estimation des variations du carbone des PLR stockés dans les SEDS.

Comptabilisation du bois récolté utilisé pour la production d'énergie

Actuellement, les émissions par le bois utilisé pour la production d'énergie sont notées, mais ne sont pas incluses dans la comptabilisation des émissions pour le secteur Énergie ou d'autres secteurs qui produisent de l'énergie à partir du bois. Ces émissions sont supposées être comptabilisées dans le secteur Changement d'affectation des terres et foresterie (CATF), c'est-à-dire qu'elles sont incluses dans les émissions imputables au bois récolté. Une méthode de comptabilisation pour les PLR doit veiller à permettre une comptabilisation exacte des émissions imputables à l'énergie produite par le bois dans un pays. Les Méthodes des variations des stocks et des flux atmosphériques comptabilisent toutes les émissions dues au bois brûlé pour la production d'énergie dans un pays, mais la Méthode de production peut ne pas comptabiliser tout le bois brûlé à cette fin si une partie du bois est importée, puis brûlée. Ces émissions ne sont pas comptabilisées car les calculs de la Méthode de production n'incluent pas le bois importé (y compris les quantités brûlées après importation).

Proposition de structure par niveaux

Trois niveaux méthodologiques d'estimation sont proposés :

Niveau 1

La méthode d'estimation par défaut des *Lignes directrices du GIEC* permet d'effectuer une estimation de Niveau 1. Ce niveau ou cette méthode suppose que tout le carbone de la biomasse récoltée est oxydé pendant l'année de la récolte, ce qui correspond à une estimation d'absence de variation pour les stocks de carbone des PLR lors de l'application de la Méthode des variations des stocks et de la Méthode de production.

Niveau 2 : Décomposition de premier ordre (méthode par flux)

On estime les variations des stocks de carbone des PLR dans les produits utilisés et – si les déchets sont inclus dans la notification – des stocks de carbone des PLR dans les SEDS. Les estimations sont faites en étudiant les absorptions et émissions (ou flux d'entrée et de sortie) par ces bassins de carbone. On utilise des données commençant un certain nombre de décennies plus tôt jusqu'à l'époque actuelle pour estimer 1) les ajouts aux PLR utilisés, 2) les mises au rebut, 3) les ajouts aux PLR dans les SEDS, et 4) la décomposition dans les SEDS. Cette procédure est nécessaire pour obtenir une estimation des stocks de PLR existants résultant de l'utilisation du bois par le passé, et les émissions pour l'année en cours par ces stocks qui sont mis au rebut (dites également « émissions héritées »).

Si les PLR dans les SEDS sont inclus, les données utilisées pour le Niveau 2 doivent être en accord avec celles utilisées pour la méthode de Niveau 2 utilisée pour le secteur Déchets (Chapitre 5, Déchets, *GPG2000*⁴). Les

³ Les décisions sur le traitement des produits ligneux récoltés ont été reportées. La *Conférence des Parties décide que tout changement pour ce qui est du traitement des produits ligneux récoltés sera conforme aux futures décisions de la CDP* (FCCC/CP/2001/13/Add/1, page 55, paragraphe 4). Le SBSTA, dans FCCC/SBSTA/2003/L.3, a rappelé la décision 11/CP.7, paragraphe 4, et noté l'inclusion possible de méthodes d'estimation des variations du carbone stocké dans les produits ligneux récoltés en tant qu'annexe ou appendice au rapport du GIEC sur les recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur UTCATF. Le but de l'Appendice est de soutenir les décisions de l'Organe subsidiaire de conseil scientifique et technologique. Étant donné que le SBSTA a demandé au Secrétariat de la CCNUCC de « ...préparer un document technique sur la comptabilisation des produits ligneux récoltés... » la présente section est axée sur des méthodes qui, de l'avis de leurs auteurs, pourraient être utilisées quels que soient les développements en matière de comptabilisation (FCC/SBSTA/2001/8, 4 février 2002).

facteurs numériques utilisés par le pays pour calculer les émissions de méthane par les SEDS doivent être en accord avec ceux utilisés pour calculer les quantités de carbone des PLR dans les SEDS.

Niveau 3: Méthodes spécifiques au pays

On peut calculer séparément les variations du carbone des PLR utilisés et du carbone des PLR dans les SEDS (si ceux-ci sont inclus). Ces méthodes peuvent s'appliquer à un certain nombre de méthodologies de comptabilisation (Flugsrud *et al.*, 2001).

Méthode A – Estimation de la variation dans les inventaires (méthodes des stocks)

Cette méthode utilise des inventaires des PLR utilisés et des PLR dans les sites d'élimination des déchets pour deux (ou plus) points temporels et calcule la variation du carbone stocké. En général, le bassin des PLR utilisés dans les bâtiments représente un élément majeur du bassin total de PLR. On peut, par exemple, estimer la quantité de carbone des PLR en multipliant la teneur en PLR moyenne par mètre carré de surface au sol par la surface au sol totale pour plusieurs types de bâtiments. On peut estimer la variation du carbone en notant la variation entre des estimations d'inventaires pour différents points temporels. Des exemples de ce type d'inventaires sont mentionnés dans Gjesdal *et al.*, 1996 (pour la Norvège) et dans Pingoud *et al.*, 1996, 2001 (pour la Finlande). Dans ce cas, il n'est pas nécessaire d'utiliser de procédure d'intégration des stocks de PLR obtenus à partir de données historiques, ce qui représente un avantage par rapport aux méthodes des flux (Niveau 2 et Niveau 3/Méthode B). On a suggéré également d'estimer la variation des stocks de carbone des PLR dans les SEDS à l'aide de données sur la superficie, la profondeur moyenne et la teneur en carbone moyenne du bois et du papier par mètre cube sur ces sites, bien qu'aucun n'exemple de cette méthode ne figure dans les publications dans ce domaine.

Méthode B – Suivi des flux d'entrée et de sortie à l'aide de données nationales détaillées (méthodes des flux)

Cette méthode utilise des données nationales détaillées, sur plusieurs décennies en arrière, et estime pour chaque année, jusqu'à l'époque actuelle : (i) les ajouts aux bassins de PLR utilisés, (ii) les mises au rebut, (iii) les ajouts aux bassins de PLR dans les SEDS, et (iv) la décomposition dans les SEDS. Les estimations pour les SEDS peuvent s'appuyer sur des estimations d'enquêtes sur les quantités de PLR transférés dans les SEDS chaque année plutôt que sur les quantités de PLR mis au rebut et le pourcentage transféré aux SEDS.

Méthode C – Combinaison des estimations de la Méthode A et Méthode B

Un exemple de la combinaison des méthodes consiste 1) à utiliser des variations dans l'inventaire pour estimer les variations du carbone dans les bâtiments et les meubles et 2) à utiliser les flux d'entrée et de sortie pour estimer les variations de carbone dans les produits en papier (voir l'exemple pour la Norvège, Flugsrud *et al.*, 2001).

3a.1.1.2 CHOIX DE LA METHODE

Avec des données par défaut et des estimations spécifiques au pays pour certains paramètres, les pays peuvent utiliser une méthode de Niveau 2 pour effectuer des estimations préliminaires pour évaluer les variations des stocks de PLR et déterminer si les augmentations des stocks constitueraient une catégorie clé. Avec des données nationales, il est préférable d'appliquer des méthodes spécifiques au pays de Niveau 3, telles que la variation entre des inventaires réels des produits ligneux stockés dans les bassins durables. Si les PLR sont une catégorie clé, on s'efforcera d'obtenir des données nationales pour effectuer des estimations de Niveau 2 ou 3. Si les PLR ne sont pas une catégorie clé, on peut utiliser la méthode de Niveau 1.

3a.1.1.3 CHOIX DES DONNEES D'ACTIVITES ET DES FACTEURS POUR LES CALCULS

Niveau 1 : Valeur par défaut des Lignes directrices du GIEC

Au Niveau 1, on suppose par défaut que tout le carbone de la biomasse récoltée est oxydé pendant l'année de la récolte, car, dans la majorité des pays, on ne constate pas d'augmentation ou de diminution annuelle significative des stocks de produits forestiers.

Niveau 2 : Méthode de décomposition de premier ordre (DPO)

Cette méthode est intitulée ainsi car on estime que le carbone dans chaque bassin de carbone (produits utilisés et produits dans les SEDS) est émis par le bassin à un taux constant. La méthode de Niveau 2 pour le secteur Déchets utilise cette technique pour l'estimation des émissions de méthane par les SEDS (voir Chapitre 6, Déchets, des *Lignes directrices du GIEC* ; et Chapitre 5, Déchets, de *GPG2000*).

⁴ *Recommandations du GIEC en matière de bonnes pratiques et gestion des incertitudes pour les inventaires nationaux sur les gaz à effet de serre (GIEC 2000)* est abrégé en *GPG2000* dans le présent rapport.

La méthode de Niveau 2 est en deux parties : Niveau 2a pour l'estimation des variations du carbone des PLR utilisés et Niveau 2b pour l'estimation des variations du carbone des PLR dans les SEDS (voir Figure 3a.1.3). Le Niveau 2b n'est pas appliqué si la notification n'inclut pas les variations du carbone dans les SEDS.

La méthode proposée pour l'estimation des variations du carbone stocké dans les PLR fait appel à des données sur la production et le commerce international des PLR primaires (bois de sciage, panneaux et papier). On utilise seulement les produits primaires car des données sont disponibles pour pratiquement tous les pays. On peut aussi utiliser des données sur les produits secondaires, tels que les meubles, si ces données sont disponibles, mais il convient de veiller à prévenir le risque de double comptage du carbone des PLR⁵. On utilise des données sur les flux d'entrée et de sortie sur plusieurs décennies pour calculer la variation dans le bassin de carbone des PLR pour l'année en cours. On calcule le flux d'entrée vers le bassin du pays en ajoutant les importations à la production nationale de produits primaires, et en soustrayant les exportations. Les pertes du bassin ou décomposition sont supposées être de premier ordre, à savoir qu'une fraction constante de chaque bassin est perdue chaque année. Le bassin de produits primaires inclura le bois dans toutes ses utilisations finales. Les matériaux ligneux qui ne sont pas accumulés dans les stocks des PLR utilisés (ou des PLR dans les SEDS) dans un pays sont supposés produire des émissions. Ces calculs sont valables pour la Méthode des variations des stocks et peuvent être aussi utilisés pour calculer les flux de carbone avec la Méthode des flux atmosphériques. Les Méthodes des variations des stocks et des flux atmosphériques, lorsque les PLR utilisés et dans les SEDS sont inclus, sont illustrées à la Figure 3a.1.3. La Méthode de production utilise des approximations supplémentaires, car, en général, une partie seulement des PLR dans un pays est d'origine domestique, et des PLR produits dans le pays peuvent être exportés (voir Figure 3a.1.2).

Les équations de Niveau 2 pour les trois méthodes sont les suivantes :

Niveau 2a: Variation du carbone des PLR utilisés

ÉQUATION 3a.1.1	
VARIATION ANNUELLE DU CARBONE DES PLR UTILISES ET EMISSIONS DE CO₂ ASSOCIEES	
(1A) $\Delta C_{PLR U_{MVS}} = P_A - P_P$	
émissions/absorptions _{MVS} CO ₂ = $\Delta C_{PLR U_{MVS}} \bullet 10^{-3} \bullet 44/12 \bullet (-1)$	(Méthode des variations des stocks)
(1B) $\Delta C_{PLR U_{MP}} = PR_A - PR_P$	
émissions/absorptions _{MP} CO ₂ = $\Delta C_{PLR U_{MP}} \bullet 10^{-3} \bullet 44/12 \bullet (-1)$	(Méthode de production)
(1C) $E = -\Delta C_{PLR U_{MVS}} + R - P_{EX} + P_{IM} - D$	
émissions/absorptions _{MFA} CO ₂ = $E \bullet 10^{-3} \bullet 44/12$	(Méthode des flux atmosphériques)
Remarque 1 : La quantité E estimée est le flux réel de carbone provenant des stocks de PLR et émis dans l'atmosphère dans les limites territoriales du pays présentant l'inventaire (voir Figures 3a.1.1 et 3a.1.3). Le secteur Forêts devra ensuite notifier le flux réel de carbone provenant de l'atmosphère vers les écosystèmes forestiers (ENE) ou la somme des variations des stocks des écosystèmes forestiers + R, ce qui diverge de la pratique de notification existante dans laquelle seules les variations des stocks sont notifiées (ENE - R).	
Remarque 2 : Chaque terme a un indice inférieur d'année t - omis pour simplifier la présentation ; chaque terme du côté droit des équations a au moins deux parties : au moins une pour les produits en bois massif et au moins une pour les produits en papier.	
Remarque 3 : Les variations du carbone des PLR sont, en général, estimées en tant que tonnes C an ⁻¹ et converties en Gg CO ₂ pour la notification par multiplication par 10 ⁻³ • 44/12. Les émissions sont notifiées sous forme de valeurs positives, et les absorptions sous forme de valeurs négatives - d'où la multiplication par -1 (voir aussi Section 3.7.1 et les Appendices 3A.2 Tableaux de Notification et Feuilles de travail).	

Où :

$\Delta C_{PLR U_{MVS}}$ = variation annuelle du carbone stocké dans les PLR utilisés dans le pays, tonnes C an⁻¹

$\Delta C_{PLR U_{MP}}$ = variation annuelle du carbone dans les PLR utilisés provenant du bois récolté dans le pays (inclut le carbone des exportations et exclut le carbone des importations, tonnes C an⁻¹)

E = flux de carbone provenant des PLR vers l'atmosphère dans les limites territoriales du pays présentant l'inventaire, tonnes C an⁻¹

⁵ L'utilisation des produits ligneux constitue une chaîne et un flux de carbone, depuis le bois rond, les produits primaires et secondaires jusqu'à l'utilisation finale. Il peut y avoir double comptage dans l'estimation du flux d'entrée de C dans le bassin de PLR si, par exemple, on additionne la consommation de bois rond et de produits primaires ou de produits primaires et produits secondaires. Dans la méthode de Niveau 2a proposée, la consommation de *produits primaires* est supposée former l'apport au bassin de PLR.

R = carbone du bois récolté et transféré pour être transformé en produits forestiers (y compris du bois de feu) pour l'année en cours, tonnes C an⁻¹

D = carbone des PLR transférés dans les SEDS (lorsque les PLR dans les SEDS sont inclus dans la notification, sinon D = 0) pour l'année en cours, tonnes C an⁻¹

Chaque variable ci-dessous a au moins deux parties – au moins une pour les produits en bois massif, et au moins une pour les produits en papier.

P_A = augmentation du carbone des PLR utilisés, pour l'année en cours, résultant de la consommation domestique, calculée à partir des flux de carbone des produits primaires, tonnes C an⁻¹

Voir Tableau 3a.1.1 pour des informations sur les données pour ces valeurs, tonnes C an⁻¹

P_P = pertes du carbone des PLR, pour l'année en cours, dues aux utilisations (mise en utilisation pendant l'année en cours ou antérieurement), tonnes C an⁻¹

PR_A = augmentation du carbone des PLR, pour l'année en cours, résultant du bois récolté dans le pays, calculée à partir des flux de carbone des produits primaires, tonnes C an⁻¹

Voir Tableau 3a.1.1 pour des informations sur les données et le calcul de PR_A, tonnes C an⁻¹

PR_P = pertes du carbone des PLR utilisés, pour l'année en cours, (mise en utilisation pendant l'année en cours ou antérieurement) résultant du bois récolté dans le pays, tonnes C an⁻¹

P_{EX} = exportations de produits en bois et en papier, y compris bois rond, copeaux, résidus, pâte à papier et papier récupéré (recyclé), tonnes C an⁻¹

P_{IM} = importations de produits en bois et en papier, y compris bois rond, copeaux, résidus, pâte à papier et papier récupéré (recyclé), tonnes C an⁻¹.

La procédure de calcul de $\Delta C_{PLR U_{MVS}}$ et $\Delta C_{PLR U_{MP}}$ utilise un processus récursif indiqué ci-dessus, plutôt que le calcul des pertes dues à l'utilisation des PLR, P_P ou PR_P, pour l'année en cours directement.

En commençant, par exemple, à j = année 1900, calculer l'équation suivante récursivement⁶ pour chaque année jusqu'à l'année en cours t.

$$C_{PLR U_{MVS}}(j) = (1 / (1 + f_R)) \bullet (P_{A_j} + C_{PLR U_{MVS}}(j - 1)) \quad (\text{Méthode des variations des stocks})$$

Ou

$$C_{PLR U_{MP}}(j) = (1 / (1 + f_R)) \bullet (P_{A_j} + C_{PLR U_{MP}}(j - 1)) \quad (\text{Méthode de production})$$

Pour l'année initiale, par exemple, j = 1900, la valeur de $C_{PLR U_{MVS}} = 0$ ou $C_{PLR U_{MP}} = 0$

Pour l'année en cours calculer

$$\Delta C_{PLR U_{MVS}}(t) = C_{PLR U_{MVS}}(t) - C_{PLR U_{MVS}}(t - 1) \quad (\text{Méthode des variations des stocks})$$

Ou

$$\Delta C_{PLR U_{MP}}(t) = C_{PLR U_{MP}}(t) - C_{PLR U_{MP}}(t - 1) \quad (\text{Méthode de production})$$

Où :

$\Delta C_{PLR U_{MVS}}$ = variation annuelle du carbone stocké dans les PLR utilisés dans le pays, tonnes C an⁻¹

$\Delta C_{PLR U_{MP}}$ = variation annuelle du carbone des PLR utilisés provenant du bois récolté dans le pays (inclut le carbone des exportations et exclut le carbone des importations), tonnes C an⁻¹

P_A = augmentation du carbone des PLR utilisés, pour l'année en cours, résultant de la consommation domestique, calculée à partir des flux de carbone des produits primaires, tonnes C an⁻¹

t = année en cours

j = année des données, commençant, par exemple, en 1900, qui remonte assez loin pour que la décomposition en cours soit très faible pour les PLR mis en utilisation pendant les premières années

f_R = fraction du carbone des PLR utilisés dans un pays pendant une année donnée qui sont mis au rebut pendant cette année (les produits mis au rebut incluent ceux qui sont recyclés)

⁶ La formule récursive ci-dessus pour la méthode des variations des stocks est équivalente à l'équation :

$$(C_{PLR U_{MVS}(j)} - C_{PLR U_{MVS}}(j - 1)) / \Delta t = P_{A_j} - f_R \bullet C_{PLR U_{MVS}(j)}, \text{ où } \Delta t \text{ est } 1 \text{ an.}$$

Cette méthode d'Euler implicite (voir Burden et Faires, 2001), est utilisée comme approximation d'un taux de décomposition constant par un bassin de PLR spécifié par l'équation différentielle $dC_{PLR U_{MVS}}/dt = P_A - f_R \bullet C_{PLR U_{MVS}}$.

fR_R = fraction du carbone des PLR utilisés dans un pays pendant une année donnée (inclut les exportations) qui sont mis au rebut pendant cette année (les produits mis au rebut incluent ceux qui sont recyclés).

TABLEAU 3a.1.1			
DONNEES DE LA FAO ET FACTEURS POUR L'ESTIMATION DE P_A AND PR_A POUR L'EQUATION 3a.1.1 DE NIVEAU 2			
Données sur les produits, provenant de la FAO (Les données sur les produits en bois massif sont en m ³ ; celles sur la pâte à papier et le papier sont en Gg)	Facteurs de conversion par défaut (Gg de produits séchés en étuve par m ³ ou Gg de produit)	Échelle temporelle des données	Variables de l'équation (voir notes de bas de page)
Données sur la récolte de bois rond			
Récolte de bois rond (Conifères)	0,45 (Gg/ m ³)	1961-2000	R
Récolte de bois rond (Non-Conifères)	0,56 (Gg/ m ³)		
Données sur les produits en bois massif			
Bois de sciage (Conifères)	0,45 (Gg/ m ³)	1961-2000	P _{DP} (bois massif) P _{IM} (bois massif) P _{EX} (bois massif)
Bois de sciage (Non Conifères)	0,56 (Gg/ m ³)		
Feuilles de placage	0,59 (Gg/ m ³)		
Contreplaqué	0,48 (Gg/ m ³)		
Panneau de particules (agglomérées)	0,26 (Gg/ m ³)	1961-1994	
Panneau de fibres comprimées	1,02 (Gg/ m ³)	1995-2000	
Panneau dur	1,02 (Gg/ m ³)		
MDF	0,50 (Gg/ m ³)		
Données sur la pâte à papier, le papier et le carton			
Papier et carton	0,9 (Gg/ Gg)	1961-2000	P _{DP} (papier) P _{IM} (papier) P _{EX} (papier)
Papier récupéré (Valeurs paramétrées sur zéro de 1900 à 1969)	0,9 (Gg/ Gg)	1970-2000	PR IM (PR) EX (PR)
Pâte de bois	0,9 (Gg/ Gg)	1961-2000	PB IM (PB) EX (PB)
Pâte de fibre récupérée	0,9 (Gg/ Gg)	1998-2000	IM (PFR) EX (PFR)
Autres pâtes de fibre	0,9 (Gg/ Gg)	1961-2000	APF IM (APF) EX (APF)
Données sur le bois rond industriel			
Bois rond industriel (Conifères)	0,49 Gg/ m ³)	1961-2000	BRI
Bois rond industriel (Non-Conifères)	0,56 Gg/ m ³)		
Bois rond industriel (Conifères)	0,49 Gg/ m ³)	1990-2000	IM (BRI)
Bois rond industriel (Non-Conifères)	0,56 Gg/ m ³)		EX (BRI)
Sources: Pour les données de la FAO voir : http://apps.fao.org/page/collections?subset=forestry			
Source des facteurs de conversion : Facteurs pour le bois massif (Haynes <i>et al.</i> 1990, Tableaux B-7 et B-6)			
<p>REMARQUES :</p> <p>Facteurs pour le papier et la pâte à papier – Une tonne de papier ou de pâte à papier séchée à l'air libre est supposée avoir 0,9 tonne de papier ou de pâte à papier séché en étuve.</p> <p>Les équations ci-dessous indiquent comment calculer P_A and PR_A pour l'Équation 3a.1.1 avec les données de la FAO.</p> <p>P_A (bois massif) est la somme de la production de produits en bois massif; P_A (papier) est la somme de la production des produits en papier.</p> <p>P_A (bois massif) = P_{DP} (bois massif) + P_{IM} (bois massif) – P_{EX} (bois massif)</p> <p>P_A (papier) = [P_{DP} (papier) + P_{IM} (papier) – P_{EX} (papier)] ● $PB_{rapport}$</p> <p>Où $PB_{rapport}$ est la fraction de toute la pâte qui est de la pâte de bois (exclut toutes les autres pâtes de fibre).</p> <p>$PB_{rapport} = [(PB + IM (PB) – EX (PB)) / ((PB + IM (PB) – EX (PB)) + (APF + IM (APF) – EX (APF)))]$</p> <p>$PR_A$ (bois massif) = P_A (bois massif) ● $BRI / (BRI + IM (BRI) – EX (BRI))$</p> <p>$PR_A$ (papier) = [$(P_A$ (papier) + $EX (PB) – IM (PB) ● PB_{rapport} + EX (RP) – IM (RP) + EX (RFP) – IM (RFP)) ● BRI / (BRI + IM (BRI) – EX (BRI))$</p> <p>Convertir les tonnes de produits secs P_A et PRA en tonnes de carbone en multipliant par 0,5 (tonnes carbon / tonnes produit).</p>			

Niveau 2b : Variation du carbone des PLR dans les sites d'élimination des déchets solides (SEDS)

Si elles sont incluses dans les notifications, les variations des stocks des PLR dans les SEDS pourraient être calculées de la même façon que les PLR utilisés :

ÉQUATION 3a.1.2

VARIATION ANNUELLE DU CARBONE DES PLR DANS LES SEDS ET EMISSIONS DE CO₂ ASSOCIEES

(2A) $\Delta C_{\text{PLR D}_{\text{MVS}}} = D_{\text{AP}} + D_{\text{AD}} - D_{\text{P}}$
émissions/absorptions_{MVS} CO₂ = $\Delta C_{\text{PLR D}_{\text{MVS}}} \bullet 10^{-3} \bullet 44/12 \bullet (-1)$ (Méthode des variations des stocks)

(2B) $\Delta C_{\text{PLR D}_{\text{MP}}} = DR_{\text{AP}} + DR_{\text{AD}} - DR_{\text{P}}$
émissions/absorptions_{MP} CO₂ = $\Delta C_{\text{PLR D}_{\text{MP}}} \bullet 10^{-3} \bullet 44/12 \bullet (-1)$ (Méthode de production)

(2C) $\Delta C_{\text{PLR D}_{\text{MFA}}} = D_{\text{AP}} + D_{\text{AD}} - \Delta C_{\text{PLR D}_{\text{MVS}}} = D_{\text{P}}$
émissions/absorptions_{MFA} CO₂ = $\Delta C_{\text{PLR D}_{\text{MFA}}} \bullet 10^{-3} \bullet 44/12$ (Méthode des flux atmosphériques)

Remarque 1 : Chaque terme a un indice inférieur d'année t – omis pour simplifier la présentation ;
Remarque 2 : Chaque terme du côté droit des équations a au moins deux parties : au moins une pour les produits en bois massif et au moins une pour les produits en papier.

Où :

$\Delta C_{\text{PLR D}_{\text{MVS}}}$ = variation annuelle du carbone stocké dans les PLR dans les SEDS dans le pays, tonnes C an⁻¹

$\Delta C_{\text{PLR D}_{\text{MP}}}$ = variation annuelle du carbone dans les PLR dans les SEDS provenant du bois récolté dans le pays (inclut le carbone des exportations et exclut le carbone des importations), tonnes C an⁻¹

$\Delta C_{\text{PLR D}_{\text{MFA}}}$ = émissions de carbone par les PLR dans les SEDS, tonnes C an⁻¹

Chaque variable ci-dessous a au moins deux parties – au moins une pour les produits en bois massif, et au moins une pour les produits en papier.

D_{AP} = augmentation du carbone des PLR dans les SEDS, pour l'année en cours, qui sont permanents (pas de décomposition)⁷, tonnes C an⁻¹

D_{AD} = augmentation du carbone des PLR dans les SEDS, pour l'année en cours, qui se décomposent avec le temps (noter que $D_{\text{AP}} + D_{\text{AD}} = D$ au Niveau 2a), tonnes C an⁻¹

D_{P} = pertes du carbone des PLR dans les SEDS (placés dans les sites pendant l'année en cours ou antérieurement)

DR_{AP} = augmentation du carbone des PLR dans les SEDS, pour l'année en cours, qui sont permanents (pas de décomposition) (provenant de bois récolté dans le pays), tonnes C an⁻¹

DR_{AD} = augmentation du carbone des PLR dans les SEDS, pour l'année en cours, qui se décomposent avec le temps (provenant de bois récolté dans le pays), tonnes C an⁻¹

DR_{P} = pertes du carbone des PLR dans les SEDS (placés dans les sites pendant l'année en cours ou antérieurement) (provenant de bois récolté dans le pays), tonnes C an⁻¹

Nous ne présentons pas d'équations et de données détaillées pour l'estimation du stockage dans les SEDS car d'autres études sont nécessaires sur les données et méthodes par défaut, études qui doivent être coordonnées avec des recommandations fournies pour le secteur Déchets sur les méthodes de calcul des émissions par les SEDS.

En termes généraux, l'estimation du stockage du carbone des PLR dans les SEDS requiert des données sur :

- (i) La fraction de carbone des PLR mis au rebut et transférés dans les SEDS chaque année ;
- (ii) La fraction de carbone des PLR transférés dans les SEDS et soumis à des conditions anaérobies (au lieu de conditions aérobies) ;
- (iii) La fraction de carbone des PLR soumis à des conditions anaérobies dans les SEDS et qui se décomposent (une partie ne se décompose pas, comme indiqué dans les recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur Déchets, *GPG2000*) ;
- (iv) Le taux de décomposition pour la fraction de carbone des PLR (dans des conditions anaérobies) qui ne se décomposent pas ; et
- (v) Le taux de décomposition pour le carbone des PLR soumis à des conditions aérobies.

⁷ Seulement une fraction du carbone organique dégradable dans les SEDS se décompose comme indiqué dans les *Lignes directrices du GIEC* pour le secteur Déchets (voir la variable DOC_F dans le Manuel de référence des *Lignes directrices du GIEC*, p. 6.5).

Des informations sur les données par défaut pour les éléments 2 à 5 ci-dessus figurent dans les recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur Déchets (*GPG2000*). Des données spécifiques au pays sont nécessaires pour l'élément 1 ci-dessus – la fraction de carbone des PLR mis au rebut et transférés dans les SEDS chaque année.

Niveau 3: Méthodes adaptées au pays

ÉQUATION 3a.1.3

VARIATION ANNUELLE DU CARBONE DES PLR (EXEMPLE DE METHODE ADAPTEE AU PAYS)

(3A) $\Delta C_{\text{PLR BATIMENTS}_{\text{MVS}}} = (S_{\text{BATIMENTS}_t} \bullet f_{\text{C BATIMENTS}_t}) - (S_{\text{BATIMENTS}_{t-1}} \bullet f_{\text{C BATIMENTS}_{t-1}})$ (Méthode des variations des stocks)

(3B) $\Delta C_{\text{PLR D}_{\text{MVS}}} = (V_{\text{PLR SEDS}_t} \bullet f_{\text{C SEDS}_t}) - (V_{\text{PLR SEDS}_{t-1}} \bullet f_{\text{C SEDS}_{t-1}})$ (Méthode des variations des stocks)

Où :

$\Delta C_{\text{PLR BATIMENTS}_{\text{MVS}}}$ = variation annuelle du carbone des PLR présents dans les bâtiments, tonnes C an⁻¹

$\Delta C_{\text{PLR D}_{\text{MVS}}}$ = variation annuelle du carbone des PLR dans les SEDS, tonnes C an⁻¹

$S_{\text{BATIMENTS}}$ = surface au sol des bâtiments, m²

$f_{\text{C BATIMENTS}}$ = carbone des PLR dans les bâtiments par unité de surface au sol, tonnes C m⁻²

$V_{\text{PLR SEDS}}$ = volume des déchets de PLR dans les sites d'élimination, m³

$f_{\text{C SEDS}}$ = carbone des PLR dans les SEDS par unité de volume de SEDS, tonnes C m⁻³

Sources de données pour la méthode de Niveau 2

Les points énumérés ci-dessous résument comment obtenir les données nécessaires aux calculs de Niveau 2, avec identification des valeurs par défaut disponibles dans de nombreux cas.

Les données pour les variables P_A (carbone des PLR consommés dans un pays) et PR_A (carbone des PLR récoltés par un pays) sont les suivantes :

- Des données par défaut sur la production, les importations et les exportations de PLR sont présentées dans la Base de données forestières FAOSTAT des Nations unies depuis 1961⁸ (voir Tableau 3a.1.1). On doit calculer des valeurs P_A séparées pour les produits en bois massif et en papier, comme indiqué dans les remarques du Tableau 3a.1.1, pour prendre en compte des différences pour la durée de vie et l'élimination.
- Des données pour la conversion d'unités de produits en bois massif en teneur de carbone sont indiquées au Tableau 3a.1.1.
- On peut estimer des données antérieures à 1961 à partir d'une tendance de la croissance remontant à 1900.

Pour chaque produit forestier au Tableau 3a.1.1, les valeurs antérieures à 1961 peuvent être estimées à l'aide de l'équation suivante :

ÉQUATION 3a.1.4

ÉQUATION POUR L'ESTIMATION DE LA PRODUCTION ET DES ECHANGES COMMERCIAUX POUR LES ANNEES ANTERIEURES A 1961

$$V_t = V_{1961} \bullet e^{(tx \bullet (t-1961))}$$

Dans laquelle V est la valeur du produit forestier en question, t est une année avant 1961 et tx est le taux de croissance estimé avant 1961. Des valeurs par défaut pour tx pour la croissance entre 1900 et 1961 figurent aux colonnes 7 et 8 du Tableau 3a.1.2.

- Voir le Tableau 3a.1.1 pour les facteurs permettant de convertir, pour les quantités de produits, des volumes ou des poids en tonnes de carbone.

Des données pour les paramètres f_R and fR_R (la fraction de carbone des PLR utilisés pendant l'année t qui sont mise au rebut chaque année)

- Des valeurs séparées pour f_R and fR_R sont nécessaires pour les produits en bois massif et en papier.
- Les valeurs moyennes de f_R et fR_R pour les produits en bois massif pourraient être la moyenne pondérée de f_R et fR_R pour le bois d'œuvre, panneaux et autre bois rond industriel.

⁸ Voir <http://apps.fao.org/page/collections?subset=forestry>

- La moyenne pour fR_R serait une moyenne pondérée de f_R (pour le pays d'origine) et pour les pays où des produits exportés sont utilisés puis mis au rebut. Les poids seraient la fraction de PR_{A_t} utilisée dans le pays et la fraction de PR_{A_t} exportée. On pourrait, au départ, supposer que f_R est égal à fR_R .
- Les valeurs de f_R et FR_t peuvent aussi être converties à partir d'estimations de la demi-vie des produits utilisés ou à partir de la durée de vie moyenne d'un produit. La demi-vie est le nombre d'années jusqu'à ce que la moitié des produits ne soient plus utilisés. La vie moyenne est le nombre d'années moyen pendant lequel un produit est utilisé.

$$F_R = \ln 2 / (\text{demi-vie en années}) = 0,693 / (\text{demi-vie en années})$$

$$F_R = 1 / (\text{vie moyenne en années})$$

$$\text{Vie moyenne en années} = 1 / f_R$$

- Les valeurs de demi-vie des produits, utilisées dans des études récentes, y compris des suggestions de valeurs par défaut, sont indiquées au Tableau 3a.1.3. Chaque pays doit déterminer des valeurs appropriées au contexte national.

3a.1.2 Exhaustivité

La méthode de Niveau 2 inclut tous les produits en bois et papier primaires. Elle inclut donc le carbone de tous les produits en bois secondaires fabriqués à partir de ces produits primaires. Mais elle n'inclut pas les effets sur les variations des stocks du carbone des produits secondaires importés et exportés, tels que les meubles et les objets artisanaux en bois. On devra peut-être adapter la méthode afin d'inclure les importations et exportations des produits secondaires si les PLR sont une catégorie clé et si les quantités de produits en bois secondaires commercialisés sont significatives par rapport aux quantités de produits primaires fabriqués ou consommés. La méthode de Niveau 2 omet également les estimations de la quantité de déchets ligneux transférés directement des scieries et usines à papier primaires et secondaires vers les SEDS. Si ces quantités sont significatives, des estimations directes séparées peuvent être nécessaires pour ces flux de déchets ligneux vers les SEDS.

3a.1.3 Évaluation de l'incertitude

Les estimations de l'incertitude pour les variables et paramètres de la méthode de Niveau 2 sont présentées au Tableau 3a.1.4. Ces estimations sont basées sur des publications et sur l'opinion d'experts. Si des valeurs nationales ont été utilisées pour les variables et les paramètres, l'évaluation des incertitudes devra être conforme aux recommandations figurant à la Section 5.2 (Identification et quantification des incertitudes) du présent rapport.

Les seules estimations sûres de l'incertitude, et qui seront probablement disponibles, seront celles associées aux enquêtes nationales sur la production et le commerce des produits en bois et en papier. Dans ce cas, l'erreur peut être relativement faible.

Pour la méthode de Niveau 2, l'effet de l'incertitude des données sur la production et le commerce plusieurs décennies en arrière est relativement moindre si la demi-vie des produits utilisés et la demi-vie des produits dans les SEDS est relativement courte. Dans le cas d'une vie utile plus longue, il est plus important d'utiliser des données spécifiques au pays sur la production et le commerce avant 1961. L'incertitude des estimations de Niveau 2 pourrait être élevée, en particulier si l'incertitude spécifique au pays est élevée en ce qui concerne les estimations dans le temps pour 1) le pourcentage de produits en bois et papier mis au rebut et transférés dans les SEDS, et 2) le pourcentage de produits dans les SEDS soumis à une décomposition anaérobie. En raison de ces incertitudes, il est souhaitable d'utiliser des enquêtes d'inventaires nationaux de Niveau 3 du bois stocké dans des stocks tels que les bâtiments, si possible. Ces enquêtes peuvent avoir une incertitude relativement faible. L'estimation des incertitudes associées spécifiquement à la Méthode de production inclura l'estimation de l'incertitude de la décomposition des produits exportés vers d'autres pays. Dans l'ensemble, les incertitudes pour les méthodes de Niveau 2 ou 3 peuvent être estimées à l'aide des méthodes de Niveau 3 (Monte Carlo) examinées à la Section 5.2 (Identification et quantification des incertitudes). D'autres travaux seront nécessaires avant de pouvoir proposer une méthode plus simple pour l'évaluation des incertitudes – c'est-à-dire l'emploi d'équations qui pourraient utiliser directement les incertitudes figurant au Tableau 3a.1.4 pour estimer l'incertitude générale plutôt que l'emploi de la méthode par simulation Monte Carlo. Dans le cas de l'application de méthodes de Niveau 2 avec des données par défaut, c'est-à-dire sans données spécifiques au pays, il est peu probable que les estimations obtenues aient une incertitude inférieure à ± 50 pour cent.

TABLERAU 3a.1.2

ESTIMATIONS DE TAUX ANNUELS DE CROISSANCE POUR LA PRODUCTION DE BOIS ROND INDUSTRIEL (RECOLTE) PAR REGION MONDIALE, POUR CERTAINES PERIODES ENTRE 1900 ET 1961.
 (Les colonnes 7 et 8 indiquent des taux qui peuvent être utilisés pour la rétroprojection des données sur la production et le commerce de bois et papier à partir de 1961 à l'aide de l'équation 3A.1.4)

Bois rond industriel	Population	Bois rond industriel	Population
Production		Production par habitant	
(1950-1961)	(1950-1961)	(1950-1975)	(1900-1950)
(1)	(2)	(3)	(4)
0,0326	0,0182	0,0049	0,0085
0,0296	0,0080	0,012	0,0059
0,0412	0,0173	0,0087	0,0061
0,0085	0,0170	0,0016	0,0148
0,0359	0,0268	0,0054	0,0163
0,0548	0,0226	0,0255	0,0102
0,0492	0,0193	0,0155	0,0078
0,0412	0,0193	0,0074	0,0155

Remarque : La colonne 7 est dans $(EXP(\text{col } 5 * 50) * EXP(\text{col } 1 * 1)) / 61$

Remarque : La colonne 8 est dans $(EXP(\text{col } 6 * 50) * EXP(\text{col } 1 * 1)) / 61$

Sources de données : Colonne 1 – 1950-53 : (UNFAO 1957), 1954-1960 : (UNFAO 1965), 1961 : (UNFAO 2002a)

Colonne 2 – 1950-1960 : (UN Pop Div 1998), 1961 : (UNFAO 2002b)

Colonne 3 – Bois rond industriel – 1950-53 : (UNFAO 1957), 1954-1960 : (UNFAO 1965), 1961-1975 : (UNFAO 2002a)

Population – 1950-1960 : (UN Pop Div. 1998), 1961-1975 : (UNFAO 2002b)

Colonne 4 – 1900-1950 : (UN Pop Div 1999)

TABLEAU 3a.1.3				
DEMI-VIE DES PRODUITS LIGNEUX RECOLTES UTILISES – EXEMPLES TIRES D'ETUDES				
Pays/ région	Référence	Catégorie de PLR	Demi-vie d'utilisation (années)	Fraction perdue chaque année (f_{Dj}) ($\ln(2) /$ Demi-vie en années)
Défauts		Bois de sciage	35	0,0198
		Feuilles de placage, contreplaqué et panneaux structurels	30	0,0231
		Panneaux non structurels	20	0,0347
		Papier	2	0,3466
Finlande	Pingoud <i>et al.</i> 2001	Bois de sciage et contreplaqué (basé sur un changement dans l'inventaire des produits)	30	0,0231
Finlande	Karjalainen <i>et al.</i> 1994	Moyenne du bois de sciage et contreplaqué	50	0,0139
		Moyenne du papier par pâte mécanique	7	0,0990
		Moyenne du papier par pâte chimique	5,3	0,1308
Finlande	Pingoud <i>et al.</i> 1996	Moyenne pour le papier	1,8	0,3851
		Journaux, papier à usage domestique et sanitaire	0,5	1,3863
		Cartons doublure, ondulé et pliable	1	0,6931
		80 pour cent du papier à imprimer et à écrire	1	0,6931
		20 pour cent du papier à imprimer et à écrire	10	0,0693
Pays-Bas	Nabuurs 1996	Papier	2	0,3466
		Bois d'emballage	3	0,2310
		Panneaux à particules	20	0,0347
		Moyenne du bois de sciage	35	0,0198
		Bois de sciage – épicéa & peuplier	18	0,0385
		Bois de sciage – chêne & hêtre	45	0,0154
États-Unis	Skog et Nicholson 2000	Bois de sciage	40	0,0173
		Panneaux structurels	45	0,0154
		Panneaux non structuraux	23	0,0301
		Papier (papier de pâte maigre)	6	0,1155
		Autre papier	1	0,6931
Remarque : Il est recommandé d'accompagner l'utilisation de ces estimations de demi-vie par une vérification des estimations des variations des stocks obtenues comme indiqué, par exemple, à la Section 3a.1.5. Des ajustements en demi-vies peuvent être nécessaires en conséquence.				

TABLEAU 3A.1.4 PARAMETRES ET ESTIMATIONS DES INCERTITUDES ASSOCIEES AUX VALEURS PAR DEFAUT POUR LA METHODE DE NIVEAU 2 POUR L'ESTIMATION DES VARIATIONS DU CARBONE STOCKE DANS LES PLR UTILISES			
Description du paramètre	Paramètre	Valeurs	Plage d'incertitude
Récolte de bois rond (bois récolté et transporté pour les produits, y compris le bois de feu)	R	Tableau 3a.1.1	Spécifique au pays pour les données de la FAO
Production, importations et exportations de PLR – données de la FAO	$P_{DP}, P_{IM}, P_{EX}, PB, IM(PB), EX (PB)$ $APF, IM(APF), EX(APF)$ $PR, IM(PR), EX(PR)$ $IM(PRF), EX(PRF)$ Quantité de produits importés et exportés	Tableau 3a.1.1	Spécifique au pays pour les données de la FAO Production et commerce – pour les pays avec des recensements ou enquêtes systématiques - ±15 pour cent depuis 1961 Production et commerce – pour les pays sans recensements ou enquêtes systématiques ±50 pour cent depuis 1961
Volume de produit en poids de produit	W	Tableau 3a.1.1	±15 pour cent
Poids du produit séché en étuve en poids du carbone	C	0,5 (Tableau 3a.1.1)	±10 pour cent
Taux de croissance de la production, des importations et exportations avant la première année des données de la FAO	tx (dans l'Équation 3a.1.4)	Tableau 3a.1.2, colonnes 7 et 8	Taux d'augmentation de la production avant 1961 ±15 pour cent pour une région ; plus élevée pour un pays dans une région. Taux d'augmentation du commerce avant 1961 ±50 pour cent pour une région; plus élevée pour un pays dans une région.
Fraction des produits en bois massif mis au rebut chaque année	F_R (bois massif) ff_R (bois massif)	Tableau 3a.1.3	Demi-vie en années = $(0,693 / f_R)$ (bois massif) Incertitude en demi-vie = ±50 pour cent Incertitude plus élevée pour ff_R selon le volume et la destination des exportations
Fraction des produits en papier mis au rebut chaque année	F_R (papier) ff_R (papier)	Tableau 3a.1.3	Demi-vie en années = $(0,693 / f_R)$ (papier) Incertitude en demi-vie = ±50 pour cent Incertitude plus élevée pour ff_R selon le volume et la destination des exportations

3a.1.4 Notification et Documentation

Il est recommandé de documenter et d'archiver toutes les informations utilisées pour produire les estimations nationales des variations des stocks. Ceci inclut les données sur la production et le commerce des produits en bois et en papier, et les paramètres utilisés. On documentera également les modifications des paramètres pour que les estimations des variations des stocks changent d'une année à l'autre. Le rapport d'inventaire national devra inclure des résumés des méthodes utilisées et des références aux données sources afin de permettre de retracer les étapes des estimations.

3a.1.5 Assurance de la qualité/Contrôle de la qualité (AQ/CQ) de l'inventaire

Que les PLR soient ou non une catégorie clé, il est recommandé d'effectuer des contrôles de la qualité comme indiqué à la Section 5.5 (Assurance de la qualité et Contrôle de la qualité) pour les données et paramètres utilisés avec la méthode choisie. Si les PLR sont une catégorie clé, on effectuera les contrôles de la qualité supplémentaires de Niveau 2 indiqués à la Section 5.5 (Assurance de la qualité et Contrôle de la qualité), en particulier l'établissement et l'examen par des tiers experts des données et des paramètres, et le développement, si besoin est, d'estimations au niveau national des données et paramètres à partir de sources de données nationales et de l'opinion d'experts, comme indiqué à la Section 6.2.5, Opinion d'experts (*GPG2000*).

Dans le cas de l'utilisation d'une méthode de Niveau 2, afin de faciliter le contrôle de la qualité (pour vérifier les estimations des stocks ou des variations des stocks) il est conseillé d'établir des estimations séparées des stocks de carbone totaux ou de la variation annuelle pour des groupes de produits spécifiques (bois d'œuvre ou panneaux des bâtiments, par exemple). Le bois d'œuvre et les panneaux des bâtiments représenteront une partie de tout le bois d'œuvre stocké. On pourra utiliser la méthode de Niveau 2 pour estimer la quantité totale de bois d'œuvre et des panneaux des bâtiments, ou les variations des stocks de bois d'œuvre et des panneaux pour une année récente. On devra avoir une estimation de la fraction du bois et des panneaux utilisés dans les bâtiments dans le temps. Ces estimations pourraient être comparées à des estimations séparées du bois des bâtiments, ou à des variations du bois des bâtiments de la façon suivante. Le stock total actuel du bois et des panneaux des bâtiments pourrait être calculé en tant que mètres carrés de surface au sol des bâtiments multipliés par la teneur en bois d'œuvre par mètre carré. La variation du bois d'œuvre des bâtiments pourrait être calculée comme les mètres carrés des bâtiments construits pendant une année donnée multipliés par la teneur en bois d'œuvre par mètre carré.

Toujours dans le cas de l'application d'une méthode de Niveau 2, on peut faciliter la vérification de la demi-vie des bâtiments, en utilisant des données historiques sur le nombre et l'âge des bâtiments. On devra obtenir des données sur le nombre de bâtiments d'un certain âge (ou dans une fourchette d'âge), pour un point temporel donné par le passé, et sur le nombre de ces bâtiments qui sont encore présents pour des points temporels plus récents. Ces chiffres pourraient servir à estimer le pourcentage annuel de pertes pour les bâtiments et ce pourcentage de pertes pourrait servir à estimer une demi-vie. Voir le Tableau 3a.1.3 pour les liens entre une demi-vie et le pourcentage de pertes annuel, en supposant un pourcentage de pertes annuel constant.

Appendice 3a.2 Émissions sans CO₂ résultant du drainage et de la ré-humidification des sols forestiers : Base d'un futur développement méthodologique

3a.2.1 Introduction

Le drainage et la ré-humidification des sols organiques et des sols minéraux humides à teneur élevée en carbone organique influent sur les émissions et absorptions des gaz à effet de serre. Les effets sur le CO₂ sont significatifs, et des méthodes d'estimation des variations des émissions/absorptions de CO₂ par ces terres sont décrites aux sections relatives aux sols organiques aux Sections 3.2 à 3.5.

De plus, les sols qui font l'objet d'un drainage intensif sont à l'origine d'importantes émissions de N₂O car le drainage augmente la couche aérée et la minéralisation des matières organiques des sols. À l'opposé, des sols organiques non gérés représentent des sources ou puits naturels de N₂O peu importants (Regina *et al.*, 1996). L'effet du drainage sur les émissions de N₂O dépend des caractéristiques des sols ; des émissions plus élevées sont associées aux tourbes minérotrophes (riches en nutriments) et des émissions plus basses aux tourbes ombrotrophes (pauvres en nutriments) (Regina *et al.*, 1996). Les données sur les émissions de N₂O par les sols organiques drainés et les sols minéraux humides sont relativement peu nombreuses et variables, ce qui explique l'incertitude élevée des méthodes présentées ici.

Les méthodologies pour les émissions de N₂O présentées ici sont axées sur les terres forestières qui ne sont pas couvertes dans les *Lignes directrices du GIEC*. Les émissions de N₂O par les sols drainés des terres cultivées et des prairies sont couvertes au Chapitre Agriculture des *Lignes directrices du GIEC* et dans *GPG2000*. La disponibilité des données et l'état actuel des connaissances font que l'on peut utiliser la même méthode pour les terres forestières restant terres forestières et les terres converties en terres forestières.

La ré-humidification des sols organiques diminuera les émissions de N₂O qui redescendront jusqu'au niveau initial, qui est de l'ordre de zéro.

Le CH₄ émis par les sols organiques non drainés est un processus naturel, et les émissions sont extrêmement variables. Le drainage des sols organiques réduit ces émissions et peut même transformer la zone drainée en un petit puits de CH₄ (voir *Lignes directrices du GIEC*, Manuel de référence, Section 5.4.3, Drainage des zones humides). Les *Lignes directrices du GIEC* et le présent rapport ne proposent pas de méthodes d'estimation des effets du drainage ou de la ré-humidification des forêts et des zones humides sur les émissions de CH₄, en raison du très petit nombre de données, bien que l'ampleur des effets, en termes d'équivalent CO₂, puisse être importante lorsque des zones à fortes émissions de CH₄ font l'objet d'un drainage intensif. Cependant, l'effet du drainage sur le CH₄ peut être faible dans les cas suivants : a) lorsqu'il y a de faibles émissions naturelles de CH₄, b) lorsque la nappe phréatique reste peu profonde, ou c) lorsque des absorptions de CH₄ par les surfaces drainées sont compensées par des émissions de CH₄ par les tranchées de drainage. Le présent appendice utilise une valeur par défaut de zéro pour les émissions de CH₄ après drainage (Laine *et al.*, 1996 ; Roulet et Moore, 1995).

Les émissions de CH₄ peuvent augmenter dans le cas des sols organiques ré-humidifiés. On entend par « ré-humidification » le retour de la nappe phréatique aux niveaux antérieurs au drainage. Si un pays ré-humidifie des sols organiques, ces sols sont considérés comme des sols gérés. Dans ce cas, ce sont ces effets du drainage/de la ré-humidification qui peuvent être estimés et notifiés, à partir de données spécifiques au pays. Selon les études publiées, une première approximation estime que la source de CH₄ due à la ré-humidification des sols organiques boisés se situe dans une fourchette de 0 à 60 kg de CH₄ ha⁻¹ an⁻¹ pour les climats tempérés et boréaux, et entre 280 à 1260 kg de CH₄ ha⁻¹ an⁻¹ pour les climats tropicaux (Bartlett et Harriss, 1993). Il semblerait que les émissions de CH₄ soient encore plus basses dans les tourbières ré-humidifiées qu'à l'état naturel (Komulainen *et al.*, 1998, Tuittila *et al.*, 2000). Actuellement, il n'est pas possible de présenter des recommandations en matière de bonnes pratiques pour les émissions de CH₄ résultant de la ré-humidification des sols organiques.

3a.2.2 Questions méthodologiques

3a.2.2.1 CHOIX DE LA METHODE

La même méthode est appliquée aux terres forestières restant terres forestières (FF) et aux terres converties en terres forestières (TF). On peut utiliser les diagrammes décisionnels présentés à la Section 3.1 (Figure 3.1.1 Diagramme décisionnel pour l'identification du niveau approprié pour les terres restant dans la même catégorie d'utilisation des terres), et Figure 3.1.2 (Diagramme décisionnel pour l'identification du niveau approprié pour

les terres converties en une autre catégorie d'utilisation des terres) pour déterminer le niveau approprié pour l'estimation de N₂O, en tenant compte de la disponibilité des données. Les émissions de N₂O dues au drainage et à la ré-humidification des sols forestiers contribuent à la sous-catégorie « sols » dans les diagrammes décisionnels.

La méthode de base pour l'estimation des émissions directes de N₂O par les sols organiques forestiers drainés est représentée dans l'Équation 3a.2.1. On estime que les émissions de N₂O par les sols organiques forestiers ré-humidifiés sont à un niveau naturel, et la valeur par défaut est paramétrée sur zéro. L'équation peut être appliquée à plusieurs niveaux de sub-division, en fonction des données disponibles, en particulier de facteurs d'émissions spécifiques au pays.

ÉQUATION 3a.2.1

ÉMISSIONS DIRECTES DE N₂O PAR LES SOLS FORESTIERS DRAINÉS (NIVEAU 1)

$$\text{émissions}_{\text{FF}} \text{ N}_2\text{O} = \sum (\text{S}_{\text{FF}_{\text{organiques } LJK}} \cdot \text{FE}_{\text{FF}_{\text{drainage, organiques } LJK}}) + \text{S}_{\text{FF}_{\text{minéraux}}} \cdot \text{FE}_{\text{FF}_{\text{drainage, minéraux}}} \cdot 44/28 \cdot 10^{-6}$$

Où :

$\text{émissions}_{\text{FF}} \text{ N}_2\text{O}$	= émissions de N ₂ O, en unités d'azote, kg N
$\text{S}_{\text{FF}_{\text{organiques}}}$	= superficie des sols organiques forestiers drainés, ha
$\text{S}_{\text{FF}_{\text{minéraux}}}$	= superficie des sols minéraux forestiers drainés, ha
$\text{FE}_{\text{FF}_{\text{drainage, organiques}}}$	= facteur d'émissions pour les sols organiques forestiers drainés, kg N ₂ O-N ha ⁻¹ an ⁻¹
$\text{FE}_{\text{FF}_{\text{drainage, minéraux}}}$	= facteur d'émissions pour les sols minéraux forestiers drainés, kg N ₂ O-N ha ⁻¹ an ⁻¹
ijk	= type de sol, zone climatique, intensité du drainage, etc. (dépend du niveau de sub-division)

La même méthode est appliquée pour le calcul des émissions de N₂O par les sols organiques drainés des terres converties en forêts.

Niveau 1 : Au Niveau 1, l'Équation 3a.2.1 est appliquée avec une simple sub-division des sols forestiers drainés en zones « riches en nutriments » et « pauvres en nutriments », et utilisation de facteurs d'émissions par défaut. Des données par défaut sont présentées à la Section 3a.2.2.2, et des recommandations pour obtenir des données d'activités sont présentées à la Section 3a.2.2.3.

Niveau 2 : On peut utiliser ce niveau si on dispose de facteurs d'émissions spécifiques au pays et de données sur les superficies correspondantes. En général, ces données permettront de sub-diviser l'estimation pour refléter des pratiques de gestion telles que le drainage de différents types de tourbières, la fertilité (tourbières ou marais, état de l'azote, etc.), et les types d'arbres (caducifoliés ou conifères), avec des facteurs d'émissions spécifiques établis pour chaque sub-division. On pourra obtenir des données sur les superficies sub-divisées à partir de données sur les sols incluses dans les inventaires forestiers nationaux.

Niveau 3 : Si on dispose de modèles plus complexes ou d'enquêtes détaillées, on peut utiliser une méthodologie de Niveau 3 pour l'estimation des émissions de N₂O. En raison de la variabilité spatiale et temporelle et de l'incertitude des émissions de N₂O, ce niveau est plus adapté pour un pays dans lequel les émissions directes de N₂O par les forêts gérées sont une catégorie clé, car l'application de méthodes améliorées pourrait mieux refléter les pratiques de gestion et les variables motrices les plus pertinentes.

3a.2.2.2 CHOIX DES FACTEURS D'ÉMISSIONS ET D'ABSORPTIONS

La mise en œuvre de méthodologies de Niveaux 1 et 2 requiert l'utilisation de facteurs d'émissions pour les émissions de N₂O par surface unitaire par an.

Niveau 1 : A ce niveau, on utilise des facteurs d'émissions par défaut obtenus à partir d'études publiées ; ces valeurs figurent au Tableau 3a.2.1.

En raison du très petit nombre de données, les facteurs d'émissions par défaut pour les niveaux de nutriments et les zones climatiques sont fournis à titre indicatif seulement et peuvent ne pas refléter correctement le niveau réel des émissions dans un pays donné.

Les émissions par les sols minéraux forestiers drainés devront être calculées à l'aide de facteurs d'émissions séparés et inférieurs à ceux des sols organiques forestiers drainés. On peut supposer que les émissions par les sols minéraux forestiers drainés sont environ un dixième des $\text{FE}_{\text{drainage}}$ pour les sols organiques (Klemedtsson *et al.*, 2002). D'autres mesures, en particulier dans les climats tropicaux, sont nécessaires pour améliorer les facteurs d'émissions indicatifs du Tableau 3a.2.1. Si la forêt drainée est ré-humidifiée (si la nappe phréatique

revient aux niveaux antérieurs au drainage), on suppose que les émissions de N₂O reviennent à leur niveau naturel, proche de zéro.

Zone climatique et type de sol	Facteur d'émissions $FE_{FF, drainage}$ kg N ₂ O-N ha ⁻¹ yr ⁻¹	Plage d'incertitude * kg N ₂ O-N ha ⁻¹ an ⁻¹	Référence/ Observations
Tempérée et Boréale			
Sols organiques pauvres en nutriments	0,1	0,02 à 0,3	Alm <i>et al.</i> , 1999 ; Laine <i>et al.</i> , 1996 ; Martikainen <i>et al.</i> , 1995 ; Minkkinen <i>et al.</i> , 2002 ; Regina <i>et al.</i> , 1996
Sols organiques riches en nutriments	0,6	0,16 à 2,4	Klemedtsson <i>et al.</i> , 2002 ; Laine <i>et al.</i> , 1996 ; Martikainen <i>et al.</i> , 1995 ; Minkkinen <i>et al.</i> , 2002 ; Regina <i>et al.</i> , 1996
Sols minéraux	0,06	0,02 à 0,24	Klemedtsson <i>et al.</i> , 2002
Climat tropical	8	0 à 24	Estimé en tant que moitié du facteur des terres organiques cultivées drainées
* intervalle de confiance de 95 pour cent de la distribution log-normale			

Niveau 2 : A ce niveau, si on dispose de données spécifiques au pays, en particulier pour les régimes de gestion, on peut définir des facteurs d'émissions spécifiques. Ces émissions spécifiques au pays pourront être établies à partir d'enquêtes effectuées dans le pays ou dans des pays voisins comparables et, si possible, sub-divisées par niveau de drainage, végétation (caducifoliées ou conifères) et fertilité de la tourbe. Peu d'études ont été publiées à ce sujet, et les résultats sont quelquefois contradictoires ; on devra donc calculer des facteurs d'émissions spécifiques au pays par un programme de mesures rigoureux. Des recommandations en matière de bonnes pratiques pour le calcul de facteurs spécifiques au pays pour les émissions de N₂O par les sols figurent dans l'Encadré 4.1, Bonnes pratiques en matière de dérivation de facteurs d'émissions spécifiques au pays, Page 4.62, de *GPG2000*.

Niveau 3 : Au Niveau 3, tous les paramètres devront être spécifiques au pays, et utiliser des valeurs plus exactes que les valeurs par défaut. Peu d'études ont été publiées à ce sujet, et les résultats sont quelquefois contradictoires. Les pays sont donc invités à calculer des facteurs d'émissions spécifiques au pays à l'aide de mesures qui seront comparées à des sites forestiers non drainés. Les pays ayant des conditions environnementales similaires sont invités à échanger des données dans ce domaine.

3a.2.2.3 CHOIX DES DONNEES D'ACTIVITES

Les données d'activités requises pour estimer cette source sont les superficies des terres forestières drainées et ré-humidifiées. Au Niveau 1, l'estimation nationale des sols forestiers drainés est sub-divisée par fertilité des sols, étant donné que les valeurs par défaut sont fournies pour les sols riches en nutriments et pauvres en nutriments. On pourra obtenir des données nationales auprès des services géologiques et à partir de relevés des zones humides (établis pour les conventions internationales, par exemple). Si cette sub-division n'est pas possible, les pays peuvent se référer à l'opinion d'experts. Les climats boréaux tendent à avoir des tourbières hautes pauvres en nutriments, alors que les climats tempérés et océaniques tendent à avoir des tourbières plus riches en nutriments. D'autres stratifications peuvent être possibles au Niveau 2. On peut, par exemple, sub-diviser par pratiques de gestion, telles que le drainage de différents types de tourbe, et par types d'arbres. Le Chapitre 2 contient des recommandations sur la méthodologie pour la classification des superficies.

3a.2.2.4 ÉVALUATION DE L'INCERTITUDE

Les estimations des émissions anthropiques de N₂O par les forêts sont extrêmement incertaines en raison : a) de la variabilité spatiale et temporelle élevée des émissions, b) du très petit nombre de mesures à long terme, qui ne seront probablement pas représentatives pour des régions très étendues, et c) de l'incertitude de l'agrégation spatiale et de l'incertitude inhérente aux facteurs d'émissions et aux données d'activités.

Niveau 1 : L'incertitude associée aux valeurs par défaut des facteurs d'émissions à ce niveau est indiquée au Tableau 3a.2.1.

Il est préférable de calculer l'incertitude relative aux superficies des tourbières forestières et leur division en tourbes pauvres en nutriments (ombrotrophes, tourbières) et riches en nutriments (minérotrophes, marais) par une évaluation des incertitudes spécifique au pays. Les estimations actuelles des superficies des tourbières forestières drainées et ré-humidifiées dans un pays varient considérablement suivant les sources de données, et peuvent avoir une incertitude de 50 pour cent ou plus.

Niveau 2 : Des recommandations pour la dérivation de facteurs d'émissions spécifiques au pays figurent dans l'Encadré 4.1, Bonnes pratiques en matière de dérivation de facteurs d'émissions spécifiques au pays, Page 4.62, de *GPG2000*.

L'incertitude relative aux superficies des tourbières forestières et leur division en tourbes pauvres en nutriments et riches en nutriments requiert une évaluation des incertitudes spécifique au pays, de préférence par comparaison des sources de données, et application des différentes statistiques sur les superficies, par exemple dans des analyses de la sensibilité ou des analyses Monte Carlo (Section 5.2, Identification et quantification des incertitudes).

Niveau 3: Des modèles fondés sur les processus fourniront probablement des estimations plus réalistes, mais devront être calibrés et validés par des mesures. Il devra y avoir suffisamment de mesures représentatives pour permettre la validation. Des recommandations générales sur l'évaluation de l'incertitude pour des méthodes améliorées sont présentées à la Section 5.2, Identification et quantification des incertitudes.

3a.2.3 Exhaustivité

On se référera à la Section 3.2.3 sur l'exhaustivité, dans le texte principal, afin d'assurer la conformité avec la notification des émissions de CO₂ par les sols forestiers drainés.

3a.2.3.1 ÉTABLISSEMENT DE SERIES TEMPORELLES COHERENTES

On se référera à la Section 3.2.4 sur l'établissement de séries temporelles cohérentes, dans le texte principal, afin d'assurer la conformité avec la notification des émissions de CO₂ par les sols forestiers drainés.

3a.2.4 Notification et documentation

On se référera à Section 3.2.5 sur la notification et la documentation, dans le texte principal, afin d'assurer la conformité avec la notification des émissions de CO₂ par les sols forestiers drainés.

3a.2.5 Assurance de la qualité/Contrôle de la qualité de l'inventaire (AQ/CQ)

On se référera à Section 3.2.6 sur l'assurance de la qualité/contrôle de la qualité (AQ/CQ) de l'inventaire, dans le texte principal, afin d'assurer la conformité avec la notification des émissions de CO₂ par les sols forestiers drainés.

Appendice 3a.3 Zones humides restant zones humides : Base d'un futur développement méthodologique

3a.3.1 Introduction

La présente section développe le champ d'application de la Section 5.4.3 (Autres catégories d'activités possibles) des *Lignes directrices du GIEC* en décrivant des méthodologies pour l'estimation des variations des stocks de carbone, et des émissions de CH₄ et N₂O (qui peuvent être aussi importantes que les émissions de CO₂) par les zones humides restant zones humides. La conversion des terres en zones humides est décrite à la Section 3.5 du présent rapport.

L'estimation des émissions de CO₂ dans les zones humides s'appuie sur deux éléments fondamentaux, comme indiqué dans l'Équation 3a.3.1.

<p>ÉQUATION 3a.3.1</p> <p>ÉMISSIONS DE CO₂ PAR LES ZONES HUMIDES RESTANT ZONES HUMIDES</p> <p>Émissions_{ZZ} CO₂ = émissions_{ZZ} tourbe CO₂ + émissions_{ZZ} inondées CO₂</p>

- Où :
- émissions_{ZZ} CO₂ = émissions de CO₂ par les zones humides restant zones humides, Gg CO₂ an⁻¹
 - émissions_{ZZ} tourbe CO₂ = émissions de CO₂ par les sols organiques gérés à des fins d'extraction de tourbe (Section 3a.3.1), Gg CO₂ an⁻¹
 - émissions_{ZZ} inondées CO₂ = émissions de CO₂ par les terres inondées (Section 3a.3.2), Gg CO₂ an⁻¹

L'estimation des émissions de N₂O s'appuie sur les mêmes éléments fondamentaux que précédemment, comme indiqué dans l'Équation 3a.3.2.

<p>ÉQUATION 3a.3.2</p> <p>ÉMISSIONS DE N₂O PAR LES ZONES HUMIDES RESTANT ZONES HUMIDES</p> <p>émissions_{ZZ} N₂O = émissions_{ZZ} tourbe N₂O + émissions_{ZZ} inondées N₂O</p>

- Où :
- émissions_{ZZ} N₂O = émissions de N₂O par les zones humides restant zones humides, Gg N₂O an⁻¹
 - émissions_{ZZ} tourbe N₂O = émissions de N₂O par les sols organiques gérés à des fins d'extraction de tourbe (Section 3a.3.2), Gg N₂O an⁻¹
 - émissions_{ZZ} inondées N₂O = émissions de N₂O par les terres inondées (Section 3a.3.3), Gg N₂O an⁻¹

Actuellement, une méthodologie par défaut pour CH₄ peut être proposée uniquement pour les terres inondées (Équation 3a.3.3):

<p>ÉQUATION 3a.3.3</p> <p>ÉMISSIONS DE METHANE PAR LES ZONES HUMIDES RESTANT ZONES HUMIDES</p> <p>émissions_{ZZ} CH₄ = émissions_{ZZ} inondées CH₄</p>

- Où :
- émissions_{ZZ} CH₄ = émissions de CH₄ par les zones humides restant zones humides, Gg CH₄ an⁻¹
 - émissions_{ZZ} inondées CH₄ = émissions de CH₄ par les terres inondées (Section 3a.3.3), Gg CH₄ an⁻¹

3a.3.2 Sols organiques gérés à des fins d'extraction de tourbe

Comme indiqué au Tableau 3a.3.1 et aux Équations 3a.3.1 et 3a.3.2, les méthodes d'estimation des émissions par les sols organiques gérés à des fins d'extraction de tourbe s'appliquent actuellement uniquement aux émissions de CO₂ et N₂O.

TABLEAU 3a.3.1			
RESUME DES NIVEAUX POUR LES SOLS ORGANIQUES GERES A DES FINS D'EXTRACTION DE TOURBE			
	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3
Variation de la biomasse vivante ($\Delta C_{ZZ\text{tourbe}_{BV}}$)	Non estimée (ou présumée nulle)	Ne sera probablement pas significative (voir ci-dessous), mais peut être estimée à l'aide de données spécifiques au pays, en suivant les recommandations de la Section 3.4.1.1 (Prairies, Variations des stocks de carbone de la biomasse vivante).	Ne sera probablement pas significative (voir ci-dessous), mais peut être estimée à l'aide de données détaillées spécifiques au pays ou de méthodes améliorées, en suivant les recommandations de la Section 3.4.1.1 (Prairies, Variations des stocks de carbone de la biomasse vivante).
Variation des matières organiques des sols ($\Delta C_{ZZ\text{tourbe}_{MOS}}$)	Les émissions résultant de l'extraction de la tourbe peuvent être estimées à l'aide de facteurs d'émissions par défaut et de données sur les superficies.	Estimée à l'aide de facteurs spécifiques au pays, plus sub-divisés. Si des données sont disponibles, on peut estimer les émissions résultant de la restauration des tourbières et des stocks de tourbe.	Peut être estimée à l'aide de données détaillées spécifiques au pays ou de méthodes améliorées.
N₂O	Les émissions résultant de l'extraction de la tourbe peuvent être estimées à l'aide de facteurs d'émissions par défaut et de données sur les superficies.	Estimée à l'aide de facteurs spécifiques au pays, plus sub-divisés. Si des données sont disponibles, on peut estimer les émissions résultant de la restauration des tourbières.	Peut être estimée à l'aide de données détaillées spécifiques au pays ou de méthodes améliorées.
CH₄	Non estimée actuellement.	Estimée à l'aide de facteurs spécifiques au pays, plus sub-divisés. Si des données sont disponibles, on peut estimer les émissions résultant de la restauration des tourbières.	Peut être estimée à l'aide de données détaillées spécifiques au pays ou de méthodes améliorées.

3a.3.2.1 ÉMISSIONS DE CO₂ PAR LES SOLS ORGANIQUES GERES A DES FINS D'EXTRACTION DE TOURBE

L'estimation des émissions de CO₂ par les terres gérées à des fins d'extraction de tourbe s'appuie sur deux éléments fondamentaux, comme indiqué à l'Équation 3a.3.4.

<p>ÉQUATION 3a.3.4</p> <p>ÉMISSIONS DE CO₂ PAR LES TERRES GERES A DES FINS D'EXTRACTION DE TOURBE</p> $\text{Émissions}_{ZZ\text{tourbe}} \text{ CO}_2 = (\Delta C_{ZZ\text{tourbe}_{BV}} + \Delta C_{ZZ\text{tourbe}_{Sols}}) \bullet 10^{-3} \bullet 44/12$

Où : $\text{Émissions}_{ZZ\text{tourbe}} \text{ CO}_2$ = émissions de CO₂ par les terres gérées à des fins d'extraction de tourbe, Gg CO₂ an⁻¹

$\Delta C_{ZZ\text{tourbe}_{BV}}$ = variation des stocks de carbone de la biomasse vivante, tonnes C an⁻¹

$\Delta C_{ZZ\text{tourbe}_{Sols}}$ = variation des stocks de carbone des sols, tonnes C an⁻¹

Les variations des stocks de carbone sont converties en émissions de CO₂ (le résultat de l'Équation 3a.3.4 doit être une perte de carbone). Les émissions sont indiquées par des valeurs positives et les absorptions par des valeurs négatives. Pour des informations plus détaillées sur la notification et sur les conventions relatives aux signes, se reporter à la Section 3.1.7 et à l'Appendice 3A.2 (Tableaux de notification et Feuilles de travail).

3a.3.2.1.1 VARIATION DES STOCKS DE CARBONE DE LA BIOMASSE VIVANTE

En général, le pourcentage d'émissions résultant de la variation des stocks de carbone de la biomasse vivante sera faible par rapport aux émissions de carbone associées aux matières organiques des sols. En effet, le plus souvent, les sols organiques gérés à des fins d'extraction de tourbe ont été défrichés, bien qu'il puisse rester un peu de végétation dans les tranchées de drainage ou le long des limites. Cependant, des quantités considérables de végétation peuvent être défrichées lorsque les tourbières sont gérées, un point qui est examiné à la Section 3.5 du présent rapport. Le peu de données disponibles et le faible impact probable des variations de la biomasse sur des terres gérées à des fins d'extraction de tourbe expliquent l'absence de recommandations par défaut à ce stade, et, au Niveau 1, on peut supposer que les variations des stocks de carbone de la biomasse vivante des tourbières gérées sont nulles. Cependant, les pays dans lesquels les zones humides sont une catégorie clé peuvent collecter des données qui permettront d'estimer les émissions par la végétation, à l'aide de méthodes de niveaux supérieurs, qui s'appuient sur une expertise nationale.

3a.3.2.1.2 VARIATION DES STOCKS DE CARBONE DES SOLS

3a.3.2.1.2.1 Questions méthodologiques

Les émissions de CO₂ par les sols se produisent à divers stades du processus d'extraction de la tourbe, comme indiqué à l'Équation 3a.3.5.

<p>ÉQUATION 3a.3.5</p> <p>VARIATION DU CARBONE DES SOLS DES TERRES GERÉES A DES FINS D'EXTRACTION DE TOURBE</p> $\Delta C_{ZZ\text{tourbe Sols}} = (\Delta C_{ZZ\text{tourbe Sols, drainage}} + \Delta C_{ZZ\text{tourbe Sols, extraction}} + \Delta C_{ZZ\text{tourbe Sols, stockage}} + \Delta C_{ZZ\text{tourbe Sols, restauration}})$

Où : $\Delta C_{ZZ\text{tourbe Sols}}$ = variation des stocks de carbone des sols, tonnes C an⁻¹

$\Delta C_{ZZ\text{tourbe Sols, drainage}}$ = variation du carbone des sols pendant le drainage, tonnes C an⁻¹

$\Delta C_{ZZ\text{tourbe Sols, extraction}}$ = variation du carbone des sols pendant l'extraction de la tourbe, tonnes C an⁻¹

$\Delta C_{ZZ\text{tourbe Sols, stockage}}$ = variation du carbone des sols pendant le stockage avant le transfert pour combustion, tonnes C an⁻¹

$\Delta C_{ZZ\text{tourbe Sols, restauration}}$ = variation annuelle des stocks de carbone des sols résultant des mesures prises pour la restauration d'anciennes terres cultivées, tonnes C an⁻¹

Actuellement, on ne peut proposer une méthode par défaut que pour l'estimation des variations des stocks de carbone associées à l'extraction de la tourbe ($\Delta C_{ZZ\text{Sols, extraction}}$), qui sont essentiellement des émissions dues à l'augmentation de l'oxydation des matières organiques des sols dans les champs de production. On comprend beaucoup moins les émissions dues au stockage et à la restauration de la tourbe. Des températures plus élevées peuvent être à l'origine d'émissions de CO₂ par les stocks de tourbe plus élevées que celles par les champs d'extraction, mais les données actuelles ne permettent pas de présenter de recommandations. Les pays peuvent élaborer des méthodes nationales pour l'estimation des autres termes de l'Équation 3a.3.5 à des niveaux supérieurs, qui pourraient tenir compte de l'effet de la restauration des tourbières et des interactions à l'origine d'une augmentation des émissions immédiatement après le drainage, par comparaison avec la période d'extraction de la tourbe.

Choix de la méthode

La méthode de Niveau 1 fait appel à une identification des superficies de base et à des facteurs d'émissions par défaut, alors que la méthode de Niveau 2 est sub-divisée à des échelles spatiales plus petites et, dans la mesure du possible, utilise des facteurs d'émissions spécifiques au pays. Étant donné l'état des connaissances scientifiques actuelles, peu de pays utiliseront des méthodes de Niveau 3 ; en conséquence, la description de la méthode de Niveau 3 est limitée à celle de ses éléments majeurs.

Niveau 1 : Le Niveau 1 estime uniquement les émissions directement associées à la variation du carbone des sols pendant l'extraction de la tourbe (émissions fugitives par les champs de production). Les émissions imputables à la tourbe extraite sont couvertes par les émissions résultant de la combustion de la tourbe, lesquelles sont notifiées dans le secteur Énergie. Au Niveau 1, l'Équation 3a.3.6 est appliquée à un niveau global à la superficie nationale des sols organiques gérés à des fins d'extraction de tourbe, avec utilisation de facteurs d'émissions par défaut.

<p>ÉQUATION 3a.3.6</p> <p>ÉMISSIONS DE CO₂ PAR LES SOLS ORGANIQUES GERÉS A DES FINS D'EXTRACTION DE TOURBE</p> $\Delta C_{ZZ\text{tourbe Sols, extraction}} = S_{\text{tourbe richesN}} \bullet FE_{\text{tourbe richesN}} + S_{\text{tourbe pauvresN}} \bullet FE_{\text{tourbe pauvresN}}$

Où : $\Delta C_{ZZ\text{tourbe Sols, extraction}}$ = émissions de CO₂ par les sols organiques gérés à des fins d'extraction de tourbe, exprimées en carbone, tonnes C an⁻¹

$S_{\text{tourbe richesN}}$ = superficie des sols organiques riches en nutriments, gérés à des fins d'extraction de tourbe, y compris les superficies abandonnées dans lesquelles le drainage est encore présent, ha

$S_{\text{tourbe pauvresN}}$ = superficie des sols organiques pauvres en nutriments, gérés à des fins d'extraction de tourbe, y compris les superficies abandonnées dans lesquelles le drainage est encore présent, ha

$FE_{\text{tourbe richeN}}$ = facteurs d'émissions pour le CO₂ des sols organiques riches en nutriments gérés à des fins d'extraction de tourbe, tonnes C ha⁻¹ an⁻¹

$FE_{\text{tourbe}_{\text{pauvreN}}}$ = facteurs d'émissions pour le CO₂ des sols organiques pauvres en nutriments, gérés à des fins d'extraction de tourbe, tonnes C ha⁻¹ an⁻¹

Niveau 2 : On peut appliquer la méthode de Niveau 2 si on dispose de données sur les superficies et de facteurs d'émissions spécifiques au pays. On pourra peut-être sub-diviser les données d'activités et les facteurs d'émissions par fertilité des sols, type de site et niveau de drainage, et par utilisation des terres antérieure (forêts, terres cultivées, etc.). On pourrait également inclure des facteurs d'émissions pour les sous-catégories telles que les stocks de tourbe ou les tourbières drainées et restaurées. De plus, on pourra peut-être établir des facteurs d'émissions qui reflètent les différences des niveaux d'émissions pour la période immédiatement après le drainage et pour la période d'extraction continue de la tourbe.

Niveau 3 : Les méthodes de Niveau 3 font appel à des statistiques sur la superficie des sols organiques gérés à des fins d'extraction de tourbe, par type de site, fertilité, nombre d'années après le drainage, et/ou nombre d'années depuis la restauration, qui peuvent être associées à des facteurs d'émissions appropriés, et/ou à des modèles fondés sur les processus. On pourra aussi utiliser des données d'études sur les variations de la densité apparente des sols, la teneur en carbone et la profondeur de la tourbe, pour détecter les variations des stocks de carbone des sols, à condition que l'intensité d'échantillonnage soit suffisante. Ces données pourraient aussi être utilisées pour calculer des facteurs d'émissions appropriés pour le CO₂, avec ajustements pour la prise en compte des pertes de carbone dues à la lixiviation du carbone organique dissous, et des pertes de matière organique morte dues aux écoulements de surface ou aux émissions de CH₄.

Choix des facteurs d'émissions

Niveau 1 : La mise en œuvre de la méthode de Niveau 1 requiert des facteurs d'émissions par défaut pour FE_{tourbe} . Des facteurs d'émissions par défaut pour le Niveau 1 sont présentés au Tableau 3a.3.2. Ils sont identiques à ceux présentés au Tableau 3.5.2 (Facteurs d'émissions et incertitude associée pour les sols organiques après drainage) pour l'estimation des émissions de CO₂ associées au drainage des terres à des fins d'extraction de tourbe (une conversion des terres qui est décrite à la Section 3.5). On sait que les émissions seront plus élevées immédiatement après le drainage que pendant la période d'extraction de la tourbe, mais les connaissances scientifiques actuelles ne permettent pas de calculer des facteurs d'émissions par défaut spécifiques pour ces activités. Comme mentionné précédemment, au Niveau 2, les pays pourront peut-être développer des facteurs d'émissions spécifiques au pays et plus sub-divisés, et différencier entre les taux d'émissions pendant la conversion des terres en tourbières et les émissions fugitives continues pendant l'extraction de la tourbe.

Région/Type de tourbe	Facteur d'émissions tonnes C ha ⁻¹ an ⁻¹	Incertitude ^a tonnes C ha ⁻¹ an ⁻¹	Référence/Observation ^b
Boréale et tempérée			
Pauvre en nutriments ($FE_{\text{pauvreN}})$	0,2	0 à 0,63	Laine et Minkinen, 1996 ; Alm <i>et al.</i> , 1999 ; Laine <i>et al.</i> , 1996 ; Minkinen <i>et al.</i> , 2002
Riche en nutriments ($FE_{\text{richenutr}}$)	1,1	0,03 à 2,9	Laine <i>et al.</i> , 1996 ; LUSTRA, 2002 ; Minkinen <i>et al.</i> , 2002 ; Sundh <i>et al.</i> , 2000
Tropicale			
FE	2,0	0,06 à 6,0	Calculé à partir de la différence relative entre tempérée (pauvre en nutriments) et tropicale au Tableau 3.3.5.
^a Plage de données sous-jacentes			
^b Les valeurs boréales et tempérées ont été obtenues comme moyenne log-normale à partir de l'examen de mesures de parcelles appariées, en supposant un faible drainage des sols organiques convertis à des fins d'extraction de tourbe. La plupart des données proviennent de sources européennes.			

Les tourbières pauvres en nutriments prédominent dans les régions boréales, alors que les marais et fondrières riches en nutriments sont plus fréquents dans les régions tempérées. Les pays boréaux qui ne disposent pas de données sur les superficies des tourbières riches et pauvres en nutriments utiliseront le facteur d'émissions pour les tourbières pauvres en nutriments. Les pays tempérés qui ne disposent pas de ces données utiliseront le facteur d'émissions pour les tourbières riches en nutriments. Un seul facteur par défaut est fourni pour les pays tropicaux, et il ne sera donc pas nécessaire de sub-diviser les superficies des tourbières par fertilité des sols pour le pays tropicaux qui appliquent une méthode de Niveau 1. Les valeurs d'incertitude proviennent d'une distribution log normale et représentent un intervalle de confiance de 95 pour cent.

Niveaux 2 et 3 : Les Niveaux 2 et 3 utilisent des données spécifiques au pays qui prennent en compte des pratiques de gestion telles que le drainage des différents types de tourbières, et l'intensité du drainage. Peu d'études ont été publiées à ce sujet, et les résultats sont quelquefois contradictoires ; Les pays sont invités à calculer des facteurs d'émissions spécifiques au pays à l'aide de mesures par rapport à des sites de référence

vierges. Les pays ayant des conditions environnementales similaires sont invités à échanger des données dans ce domaine.

Choix des données d'activités

Niveau 1: La superficie des sols organiques convertis à des fins d'extraction de tourbe est requise à tous les niveaux méthodologiques. Idéalement, au Niveau 1, les pays collecteront des données nationales sur les superficies converties à des fins d'extraction de tourbe. Dans les régions boréales et tempérées, ces données sur les superficies devront être sub-divisées par fertilité des sols pour correspondre aux facteurs d'émissions par défaut présentés au Tableau 3a.3.2. Ces données pourront provenir de statistiques nationales, d'entreprises spécialisées dans l'extraction de la tourbe, et de ministères responsables de l'utilisation des terres. On peut aussi estimer la superficie d'extraction de la tourbe à l'aide de statistiques sur la production de tourbe utilisée comme combustible et en horticulture, à condition de connaître le taux d'extraction national moyen. Si on ne connaît pas ce taux, on peut supposer un taux d'extraction de 0,04 million de m³/km² ou 0,016 million de t/km².

Si aucune de ces méthodes ne peut être appliquée, on peut obtenir des données par défaut sur les superficies à partir d'estimations publiées. Le Tableau 1 dans Andriess (1988) contient des données sur les superficies des sols organiques pour d'autres pays, ainsi qu'une estimation de la proportion de tourbières tropicales par rapport aux tourbières tempérées et boréales. Le tableau 3a.3.3 contient des estimations approximatives du drainage des zones humides à l'échelle continentale. Ces données ne s'appliquent pas nécessairement aux sols organiques et ne font pas de distinction entre les types de sites. Mais elles peuvent quelquefois constituer une première estimation grossière de l'utilisation des terres pour les tourbières, en l'absence de données plus détaillées. On peut obtenir des données supplémentaires sur les tourbières à partir des sources suivantes : Andriess (1988), Lappalainen (1996), OCDE/UICN (1996), Tarnocai *et al.* (2000), Umeda et Inoue (1996), Xuehui et Yan (1996), et en consultant <http://www.worldenergy.org/wec-geis/publications/reports/ser/peat/peat.asp> et <http://www.wetlands.org>.

Niveaux 2 et 3 : Les pays devront évaluer la superficie totale des sols organiques gérés à des fins d'extraction de tourbe, y compris les zones abandonnées sur lesquelles le drainage ou les effets de l'extraction antérieure sont encore présents, au niveau de sub-division requis par les calculs ou la méthode de modélisation utilisés. Les pays sont invités à collecter des données séparées pour les superficies des marais et des tourbières et pour le niveau de drainage, pour permettre l'emploi de facteurs d'émissions par défaut plus sub-divisés ou de facteurs spécifiques au pays. Si une restauration des sols est en cours, les pays sont invités à notifier séparément les superficies des sols organiques restaurés, qui étaient autrefois gérés à des fins d'extraction de tourbe, et à estimer les émissions par les terres utilisées pour l'extraction de la tourbe.

Pays ou région	Superficie totale des tourbières (Non gérées + gérées) 1000 ha	Agriculture (Terres cultivées + prairies drainées) 1000 ha	Forêts gérées, drainées 1000 ha	Extraction de tourbe (Tourbières industrielles) 1000 ha ^a	Pourcentage dans les tropiques ^b	Référence
Europe	95695	(56-65% des zones humides drainées pour l'agriculture et la foresterie)			0	1, 9
Allemagne	1420	210	(faible)	32	0	1, 2
Bélarus	2939	900	(faible)	109	0	1, 2
Danemark	142	140	(faible)	1,2	0	1, 2
Estonie	1009	130	320	258	0	1, 2
Finlande	8920	350	3540	53	0	1, 2, 3
France	100	55	(faible)	(faible)	0	1, 2
Grande-Bretagne	1754	500	500	5,4	0	1, 2
Hongrie	100	80	0	0,2	0	1, 2
Islande	1000	120	(faible)		0	1, 2
Irlande	1176	90	45	82	0	1, 2
Italie	120	30		(faible)	0	1, 2
Létonie	669	160	50	27	0	1, 2
Lithuanie	352	25	190	36	0	1, 2
Norvège	2370	190	280	2,5	0	1, 2
Pays-Bas	279	250	(faible)	3,6	0	1, 2
Pologne	1255	760	370	2,5	0	1, 2

Slovénie	100	30	0	(faible)	0	1, 2
Suède	10379	300	524	12	0	1, 2
Ukraine	1008			19	0	1, 2
TABLEAU 3a.3.3 (SUITE)						
ESTIMATIONS DES SUPERFICIES ET UTILISATIONS DES TOURBIERES POUR LE NIVEAU 1 EN 1000 HECTARES						
Pays ou région	Superficie totale des tourbières (Non gérées + gérées) 1000 ha	Agriculture (Terres cultivées + prairies drainées) 1000 ha	Forêts gérées, drainées 1000 ha	Extraction de tourbe (Tourbières industrielles) 1000 ha ^a	Pourcentage dans les tropiques ^b	Référence
Asie	24446	(27% des zones humides drainées pour l'agriculture et la foresterie, en augmentation)				4b, 9
Birmanie	965				100	4
Chine	1044-3480	135		104	30	4b, 5
Corée du Sud	630				0	4b
Indonésie	17000-27000	400		3,6 (combustible uniquement)	100	4
Irak	1790				100	4
Japon	201				0	4b, 6
Malaisie	2250-2730	500			100	4b
Nouv.- Zélande	165				30	8
Papouasie Nouvelle-Guinée	685				100	4b
Philippines	104-240				100	4b
Russie	39000-76000	700	2500	9120	0	1, 2
Afrique	5840	(2% des zones humides drainées pour l'agriculture et la foresterie)				4a, 11
Afrique du Sud	950				100	4a
Guinée	525				100	4a
Nigeria	700				100	4a
Ouganda	1420				100	4a
Zambie	1106				100	4a
Amérique du Nord	173500	(56-65% des zones humides drainées pour l'agriculture et la foresterie)				4c, 9
Canada ^c	111328	25	100	16	0	7
États-Unis (Alaska) S de 49°N:	49400 10240				0 2,5	8
Amérique centrale et du	11222	(6% des zones humides drainées pour l'agriculture et la foresterie)				4c, 9
Brésil	1500-3500				100	4c
Chili	1047				10	4c
Cuba	658				100	4c
Guyana	814				100	4c
Honduras	453				100	4c
Mexique	1000				100	4c
Nicaragua	371				100	4c
Venezuela	1000				100	4c
Références: 1 Lappalainen (1996), 2 Examen d'inventaire des zones humides européennes, projets de rapports nationaux (http://www.wetlands.org), 3 inventaire national, 4a-c Lappalainen et Zurek (1996), 5 Xuehui et Yan (1996), 6 Umeda et Inoue (1996), 7 Tarnocai <i>et al.</i> (2000), 8 Andriess (1988), 9 OCDE/UICN (1996)						
^a Extraction de la tourbe à des fins de combustion : http://www.worldenergy.org/wec-geis/publications/reports/ser/peat/peat.asp						
^b Andriess (1988). La définition pour les tropiques utilisée par Andriess (1988) couvre une zone plus large que celle						

utilisée habituellement entre le Tropique du Cancer (25° N) et le Tropique du Capricorne (25° S). Avec cette définition, des superficies en Nouvelle-Zélande et en Irak, par exemple, ne seraient pas classées comme des zones tropicales.

^c On estime que la superficie totale affectée par la construction de réservoirs hydroélectriques est supérieure à 9000 km².

3A.3.2.1.2.2 Évaluation de l'incertitude

Niveau 1 : Au Niveau 1, les incertitudes principales sont liées aux facteurs d'émissions par défaut et aux estimations des superficies. Les facteurs d'émissions par défaut proposés pour ce niveau méthodologique ont été établis à partir de quelques (moins de 10) points de données, qui peuvent ne pas être représentatifs de superficies ou zones climatiques très étendues. L'écart type des facteurs d'émissions est largement supérieur à 100 pour cent de la moyenne, mais les fonctions de probabilité sous-jacentes seront probablement non normales. Les pays sont invités à utiliser la plage plutôt que l'écart type.

Pour la superficie des tourbières drainées, l'incertitude est estimée à 50 pour cent pour l'Europe et l'Amérique du Nord, mais pourrait avoir un facteur de 2 pour le reste du monde. L'incertitude pour l'Asie du Sud-Est est extrêmement élevée, et les tourbières sont soumises à des pressions particulières, imputables essentiellement à l'urbanisation et à l'intensification de l'agriculture et de la foresterie, et peut-être aussi à l'extraction de la tourbe.

Niveau 2 : Les pays dans lesquels des superficies importantes des sols organiques sont gérées à des fins d'extraction de tourbe et qui utilisent une méthode de Niveau 2 sont invités à évaluer l'incertitude totale (voir Chapitre 5, Section 5.2, Identification et quantification des incertitudes, du présent rapport) pour toutes les sources d'émissions significatives (drainage/ré-humidification, superficies, paramètres spécifiques au pays).

Niveau 3 : Théoriquement, les modèles fondés sur les processus fourniront des estimations plus réalistes, mais ils devront être calibrés et validés par rapport à des mesures. Des recommandations générales sur l'évaluation de l'incertitude pour des méthodes améliorées figurent au Chapitre 5 (Section 5.2, Identification et quantification des incertitudes) du présent rapport. Étant donné que le drainage des tourbières entraîne le tassement et l'oxydation de la tourbe, ainsi que des émissions carbonées autres que du CO₂, la méthode d'estimation de la variation des stocks pour surveiller les flux de CO₂ peut être imprécise. Si on l'utilise, elle doit être calibrée par des mesures des flux appropriées.

3a.3.2.2 ÉMISSIONS DE N₂O PAR LES TOURBIÈRES DRAINÉES

3a.3.2.2.1 Questions méthodologiques

La méthode d'estimation des émissions de N₂O par les tourbières drainées est indiquée dans l'équation ci-dessous.

$$\begin{array}{c} \text{ÉQUATION 3a.3.7} \\ \text{ÉMISSIONS DE N}_2\text{O PAR LES ZONES HUMIDES DRAINÉES} \\ \text{Émissions}_{ZZ \text{ tourbe}} \text{ directes de N}_2\text{O} = (S_{\text{tourbe_richesN}} \bullet \text{FE}_{\text{tourbe_richesN}} + S_{\text{tourbe_pauvresN}} \bullet \text{FE}_{\text{tourbe_pauvresN}}) \\ \bullet 44/28 \bullet 10^{-6} \end{array}$$

Où : Émissions_{ZZ tourbe} N₂O = émissions de N₂O, Gg N₂O an⁻¹

S_{tourbe_richesN} = superficie des sols organiques riches en nutriments drainés, ha

S_{tourbe_pauvresN} = superficie des sols organiques pauvres en nutriments drainés, ha

FE_{tourbe_richesN} = facteur d'émissions pour les sols organiques des zones humides riches en nutriments drainées, kg N₂O-N ha⁻¹ an⁻¹

FE_{tourbe_pauvresN} = facteur d'émissions pour les sols organiques pauvres en nutriments drainés, kg N₂O-N ha⁻¹ an⁻¹

Choix de la méthode

Niveau 1 : Au Niveau 1, la méthode d'estimation des émissions de N₂O par les zones humides drainées est semblable à celle décrite pour les sols agricoles drainés dans les *Lignes directrices du GIEC*, et pour les sols forestiers drainés (Appendice 3a.2 Émissions sans CO₂ résultant du drainage et de la ré-humidification des sols forestiers : Base pour un futur développement méthodologique) et est indiquée dans l'Équation 3a.3.7. La superficie drainée (sub-divisée selon les besoins) est multipliée par un facteur d'émissions correspondant. Comme pour les terres forestières, avec la méthode de Niveau 1, les facteurs par défaut pour les terres tempérées et boréales sont présentés pour des sols pauvres et riches en nutriments. Étant donné qu'un seul facteur d'émissions est fourni pour les régions tropicales, il n'est pas nécessaire de sub-diviser par fertilité des sols pour ces régions.

Niveau 2 : Au Niveau 2, la superficie est sub-divisée par facteurs supplémentaires tels que la fertilité, le type de site et le niveau de drainage, et on utilise des facteurs d'émissions spécifiques au pays et sub-divisés.

Niveau 3 : Théoriquement, les modèles fondés sur les processus fourniront des estimations plus réalistes, mais ils devront être calibrés et validés par rapport à des mesures suffisamment représentatives. Des recommandations générales sur l'évaluation de l'incertitude pour des méthodes améliorées figurent au Chapitre 5 (Section 5.2, Identification et quantification des incertitudes) du présent rapport.

Choix des facteurs d'émissions/d'absorptions

Niveau 1 : Des facteurs d'émissions par défaut pour la méthode de Niveau 1 sont présentés au Tableau 3a.3.4.

Zone climatique et type de sol	Facteur d'émissions FE ₂ tourbe kg N ₂ O-N ha ⁻¹ an ⁻¹	Plage d'incertitude* kg N ₂ O-N ha ⁻¹ an ⁻¹	Référence/Observations
Climat boréal et tempéré			
Sol organique pauvre en nutriments	0,1	0 à 0,3	Alm <i>et al.</i> , 1999 ; Laine <i>et al.</i> , 1996 ; Martikainen <i>et al.</i> , 1995 ; Minkinen <i>et al.</i> , 2002 ; Regina <i>et al.</i> , 1996
Sol organique riche en nutriments	1,8	0,2 à 2,5	
Climat tropical	18	2 à 25	La valeur pour les superficies tropicales est calculée par la différence relative entre tempéré et tropical au Chapitre 4 des <i>Lignes directrices du GIEC et GPG2000</i> . La même méthode a été utilisée au Tableau 3.2.2 et les ordres de grandeur sont similaires.
* Les valeurs d'incertitude proviennent d'une distribution log-normale et représentent un intervalle de confiance de 95 pour cent.			

Niveau 2 : Le Niveau 2 utilise des données spécifiques au pays, si celles-ci sont disponibles, en particulier des données représentatives des pratiques de gestion telles que le drainage des différents types de tourbe. Peu d'études ont été publiées dans ce domaine, et les résultats sont quelquefois contradictoires ; les *bonnes pratiques* consistent donc à calculer des facteurs d'émissions spécifiques au pays par des mesures par rapport à des sites de référence vierges. Des recommandations spécifiques sur les méthodes de calcul des facteurs d'émissions spécifiques au pays pour N₂O figurent dans l'Encadré 4.1. de *GPG2000* (page 4.62).

Niveau 3 : Le Niveau 3 fait appel à des modèles, lesquels devront être validés par rapport à des mesures. Leur pertinence en ce qui concerne des conditions spécifiques au pays devra être documentée.

Choix des données d'activités

On utilisera les mêmes données d'activités pour l'estimation des émissions de CO₂ et de N₂O par les sols organiques gérés à des fins d'extraction de tourbe ; des informations sur la façon d'obtenir ces données figurent à la Section 3a.3.3.3.1 ci-dessus. Pour les pays des régions boréales et tempérées qui utilisent la méthode de Niveau 1, les données sur les superficies devront être sub-divisées par fertilité des sols, étant donné que les valeurs par défaut distinguent entre des sols riches en nutriments et pauvres en nutriments. Des données nationales devraient être disponibles auprès d'organismes responsables des sols et à partir de relevés des zones humides (établis pour des conventions internationales, par exemple). S'il n'est pas possible de sub-diviser par fertilité de la tourbe, les pays pourront faire appel à l'opinion d'experts. Les climats boréaux tendent à avoir des tourbières hautes pauvres en nutriments, alors que les climats tempérés et océaniques sont plus propices à la formation de tourbières riches en nutriments.

D'autres sub-divisions peuvent être possibles au Niveau 2. Par exemple, une superficie pourrait aussi être sub-divisée par pratiques de gestion (drainage de différents types de tourbe), fertilité (tourbière ou marais, état de l'azote), et espèces d'arbres. Le Chapitre 2 contient des recommandations sur les méthodes de classification des superficies.

Le Niveau 3 peut requérir des données supplémentaires, peut-être géo-référencées, sur les caractéristiques des sols, la gestion et les conditions climatiques, selon les modèles ou d'autres méthodologies sophistiquées.

3a.3.2.2.2 Évaluation de l'incertitude

Niveau 1 : Les facteurs d'émissions par défaut pour le Niveau 1 sont basés sur moins de vingt ensembles de données appariés provenant d'un petit nombre d'études axées sur l'Europe, et doivent donc être considérés comme extrêmement incertains. L'écart type des facteurs d'émissions est largement supérieur à 100 pour cent de la moyenne, mais les fonctions de probabilité sous-jacentes seront probablement non normales. L'écart type de la moyenne et la plage de données sous-jacentes sont indiqués ci-dessous. Étant donné la nature préliminaire des données sous-jacentes, les pays sont invités à utiliser la plage plutôt que l'écart type. L'incertitude des facteurs d'émissions par défaut pour FE_{2ZZ} au Niveau 1 est indiquée au Tableau 3a.3.4.

On calcule l'incertitude relative aux superficies des tourbières forestières et leur division entre tourbe pauvre en nutriments (ombrotrophe, tourbières) et riche en nutriments (minérotrophe, marais) par une évaluation des incertitudes

spécifique au pays. Les estimations actuelles des superficies des tourbières forestières drainées et ré-humidifiées dans un pays varient considérablement selon les sources de données, et peuvent avoir une incertitude de ≥ 50 pour cent.

Niveau 2 : Si on utilise des facteurs d'émissions spécifiques au pays, le calcul de l'incertitude sera effectué dans le cadre du processus de dérivation des facteurs. Des recommandations sur la dérivation de facteurs d'émissions spécifiques au pays figurent dans l'Encadré 4.1, *Bonnes pratiques* en matière de dérivation de facteurs d'émissions spécifiques au pays, de *GPG2000*.

L'estimation de la superficie des tourbières forestières et leur division entre tourbe pauvre en nutriments et riche en nutriments nécessite une évaluation des incertitudes spécifiques au pays, qui peut être effectuée en comparant plusieurs sources de données, et en utilisant des statistiques relatives aux superficies, par exemple dans des analyses de la sensibilité ou des analyses Monte Carlo (Section 5.2, Identification et quantification des incertitudes).

Niveau 3 : Des modèles fondés sur les processus donneront probablement des estimations plus exactes, mais devront être calibrés et validés par des mesures. On doit disposer d'un nombre suffisant de mesures représentatives à des fins de validation. Des recommandations générales sur l'évaluation de l'incertitude pour des méthodes améliorées sont présentées à la Section 5.2, Identification et quantification des incertitudes.

3a.3.2.3 EXHAUSTIVITE

Un inventaire complet devra estimer les émissions par toutes les tourbières industrielles, y compris les anciennes zones d'extraction de tourbe dans lesquelles le drainage se poursuit, et les superficies drainées en prévision d'une future extraction de tourbe.

3a.3.2.4 ÉTABLISSEMENT DE SERIES TEMPORELLES COHERENTES

Des recommandations générales sur la cohérence des séries temporelles figurent à la Section 5.6 (Cohérence des séries temporelles et Recalculs). La méthode d'estimation des émissions devra être appliquée avec cohérence à chaque année de la série temporelle, au même niveau de sub-division. De plus, lors de l'utilisation de données spécifiques au pays, l'organisme chargé de l'inventaire national devra utiliser le même protocole de mesures (stratégie d'échantillonnage, méthode, etc.) dans le temps, en suivant les recommandations de la Section 5.3, Échantillonnage. S'il n'est pas possible d'utiliser la même méthode ou le même protocole de mesures pour toute la série temporelle, on devra suivre les recommandations sur les recalculs figurant au Chapitre 5. La superficie des sols organiques convertis à des fins d'extraction de tourbe devra peut-être être interpolée à des séries temporelles plus longues ou à des tendances. On vérifiera la cohérence (en contactant des entreprises spécialisées dans l'extraction de la tourbe) pour collecter des données temporelles sur les superficies qui ont été ou qui seront affectées par l'extraction de tourbe. Toute différence interannuelle des émissions de gaz à effet de serre devra être expliquée, en démontrant, par exemple, l'existence de variations des superficies des tourbières industrielles ou, en utilisant des facteurs d'émissions mis à jour.

3a.3.2.5 NOTIFICATION ET DOCUMENTATION

Il convient de documenter et d'archiver toutes les informations requises pour le calcul des estimations de l'inventaire national des émissions/absorptions, comme indiqué au Chapitre 5 du présent rapport, sous réserve des points spécifiques suivants. Les émissions par les terres converties à des fins d'extraction de tourbe ne sont pas mentionnées explicitement dans les *Lignes directrices du GIEC*, mais correspondent globalement à la catégorie « Autres terres » du GIEC.

Facteurs d'émissions : En raison du très petit nombre de données publiées, il convient de décrire et documenter complètement la base scientifique des nouveaux calculs des facteurs d'émissions, des paramètres et des modèles. Ceci inclut la définition des paramètres d'entrées et la description du processus d'obtention des facteurs d'émissions, paramètres et modèles, ainsi que l'indication des sources d'incertitude.

Données d'activités : Les sources de toutes les données d'activités utilisées dans les calculs (sources de données, bases de données et références des cartes des sols) devront être documentées, ainsi que (sous réserve des clauses de confidentialité) les communications avec les entreprises spécialisées dans l'extraction de la tourbe. Cette documentation devra indiquer la fréquence de la collecte et de l'estimation des données, et des estimations de l'exactitude et de la précision, ainsi que les raisons de toute variation significative des niveaux d'émissions.

Résultats des émissions : Les variations interannuelles significatives des émissions devront être expliquées. On devra distinguer entre des variations interannuelles des niveaux d'activités et des variations des facteurs d'émissions, paramètres et méthodes, et les raisons de ces variations devront être documentées. Si on utilise des facteurs d'émissions, paramètres et méthodes différents pour des années différentes, les raisons devront être expliquées et documentées.

3a.3.2.6 ASSURANCE DE LA QUALITE/CONTROLE DE LA QUALITE (AQ/CQ) DE L'INVENTAIRE

Il convient de mettre en œuvre des procédures d'assurance de la qualité/contrôle de la qualité (AQ/CQ) comme indiqué au Chapitre 5 (Section 5.5) du présent rapport. Des contrôles de la qualité supplémentaires, comme indiqué dans les procédures de Niveau 2 au Chapitre 8, AQ/CQ, de *GPG2000*, et des procédures d'assurance de la qualité peuvent aussi être utiles, en particulier si les émissions par cette catégorie ont été quantifiées avec des méthodes de niveau supérieur. Dans le cas de l'utilisation de facteurs d'émissions spécifiques au pays, ceux-ci devront être basés sur des données expérimentales de qualité, obtenues à l'aide d'un programme de mesures rigoureux, et documentées correctement.

A l'heure actuelle, il n'est pas possible d'effectuer de contre-vérifications des estimations d'émissions par les sols organiques gérés à des fins d'extraction de tourbe à l'aide d'autres méthodes de mesures. Toutefois, les organismes chargés des inventaires devront veiller à ce que les estimations fassent l'objet d'un contrôle de la qualité en :

- Vérifiant les facteurs d'émissions spécifiques au pays notifiés par rapport à des valeurs par défaut et des données d'autres pays ; et en
- Vérifiant la plausibilité des estimations par des contre-vérifications des superficies des sols organiques gérés à des fins d'extraction de tourbe par rapport à des données sur l'industrie et la production de la tourbe.

3a.3.3 Terres inondées restant terres inondées

Les terres inondées sont définies comme des étendues d'eau régulées par des activités humaines pour la production d'énergie, l'irrigation, la navigation, les loisirs, etc. et où la régulation de l'eau est à l'origine de changements substantiels de la superficie de l'eau. Les lacs et fleuves régulés, lorsque le principal écosystème antérieur à l'inondation était un lac ou un fleuve naturel, ne sont pas considérés comme des terres inondées. Les rizières sont examinées au Chapitre Agriculture des *Lignes directrices du GIEC* et dans *GPG2000*.

Les statistiques ne semblent pas indiquer de variations temporelles des émissions de gaz à effet de serre par les terres inondées (Duchemin *et al.*, 1999 ; Duchemin, 2000 ; Duchemin *et al.*, 2000 et 2002a ; Keller et Stallard, 1994), bien que des études récentes suggèrent que les émissions de CO₂ pendant les dix premières années après l'inondation sont le résultat de la décomposition des matières organiques sur les terres avant l'inondation, alors que les émissions de CO₂ ultérieures sont dues au transfert de matériaux sur les terres inondées (S. Houel, 2002 ; Hélie, 2003). Si tel est le cas, les émissions de CO₂ attribuables uniquement à l'inondation seraient limitées à environ dix ans.

La présente section contient des informations préliminaires sur les méthodes d'estimations des émissions de CO₂, CH₄ et N₂O imputables aux terres inondées. Cette information provient de recherches publiées dans ce domaine et peut être utile pour les pays qui souhaitent commencer à estimer les émissions par cette source. En raison des liens étroits entre les émissions de CO₂, CH₄ et N₂O et les méthodologies, les trois gaz sont examinés dans la présente section et il n'est pas fait de distinction pour les émissions des terres inondées en fonction de l'âge du réservoir. Les émissions dues aux variations de la biomasse aérienne vivante résultant de la conversion en terres inondées sont examinées à la Section 3.5.2.2.

3a.3.3.1 QUESTIONS METHODOLOGIQUES

Les émissions de gaz à effet de serre par les terres inondées peuvent se produire par les voies suivantes après l'inondation :

- Diffusion moléculaire entre l'air et l'eau pour CO₂, CH₄ et N₂O (émissions par diffusion) ;
- Bulles de CH₄ provenant des sédiments dans la colonne d'eau (émissions par bulles) ;
- Émissions résultant du passage de l'eau dans une turbine et/ou un déversoir et à la turbulence en aval (émissions de dégazage) ; et
- Émissions dues à la décomposition de la biomasse au-dessus de l'eau¹.

Les deux premières voies – émissions par diffusion et émissions par bulles – sont estimées dans la méthode de Niveau 1. Pour les réservoirs hydroélectriques, les émissions de dégazage, qui résultent de l'augmentation du CO₂ et CH₄ dissous dans l'eau en raison de l'inondation et qui sont émises dans l'atmosphère lorsque l'eau traverse la turbine ou le déversoir (Galy-Lacaux *et al.*, 1997), peuvent être incluses au Niveau 2, en fonction des données disponibles. Dans les régions tropicales, les émissions dues à la décomposition de la biomasse au-dessus

¹ La biomasse au-dessus de l'eau est la biomasse des arbres non submergés après l'inondation, en particulier dans les zones inondées peu profondes (Fearnside, 2002).

de l'eau peuvent être significatives (Fearnside, 2002) et peuvent être estimées au Niveau 3. Les saisons influent sur les émissions de CO₂ et CH₄ par les réservoirs. Dans les régions boréales et tempérées, le CO₂ et CH₄ s'accumuleront sous la glace et seront émis lors du dégel (Duchemin, 2000).

CHOIX DE LA METHODE

L'analyse suivante décrit plusieurs niveaux méthodologiques pour l'estimation des émissions par les réservoirs, avec un degré d'exactitude croissant associé aux niveaux supérieurs. L'analyse d'un niveau particulier examine des points spécifiques relatifs aux estimations d'émissions de CO₂, CH₄ et N₂O.

Niveau 1

Le Niveau 1 propose une méthode simplifiée pour l'estimation des émissions de gaz à effet de serre par les réservoirs, fondée sur des données par défaut sur les émissions et des données globales sur les superficies. Sauf indication contraire, la superficie utilisée dans les calculs de Niveau 1 est la superficie inondée totale, qui inclut toutes les superficies couvertes d'eau avant l'inondation, car, en général, on ne dispose pas de données sur les superficies sans les superficies déjà inondées.

Émissions de CO₂

La méthode décrite à la Section 3.5.2.2 pour l'estimation des variations des stocks de carbone de la biomasse aérienne vivante résultant de la conversion des terres en terres inondées suppose que la totalité de la biomasse aérienne est convertie en CO₂ pendant la première année après la conversion. En réalité, la fraction de biomasse aérienne laissée sur place avant l'inondation se décomposera plus lentement. La décomposition du carbone des sols contribuera également aux émissions ; et une méthode de Niveau 1 pour ces émissions de CO₂ est indiquée dans l'Équation 3a.3.8:

<p>ÉQUATION 3a.3.8 ÉMISSIONS DE CO₂ PAR LES TERRES INONDEES (NIVEAU 1) Émissions_{ZZ inondées} CO₂ = P • E(CO₂)_{diff} • S_{inondées, surface totale}</p>

Où : Émissions_{ZZ inondées} CO₂ = émissions de CO₂ totales par les terres inondées, Gg CO₂ an⁻¹

P = période, jours (en général 365 pour les estimations d'inventaires)

E(CO₂)_{diff} = émissions par diffusion moyennées quotidiennement, Gg CO₂ ha⁻¹ jour⁻¹

S_{inondées, surface totale} = superficie inondée totale, y compris la superficie des terres, des lacs et des fleuves inondés, ha

La méthode d'estimation pour le CO₂ est simple – les seules émissions estimées au Niveau 1 sont les émissions par diffusion pendant les périodes sans couverture de glace et avec couverture de glace. Les émissions par bulles de CO₂ ne sont pas significatives. On suppose par défaut que les émissions de CO₂ seront limitées à environ dix ans après l'inondation.

Les émissions de CO₂ estimées à l'aide de l'Équation 3a.3.8 sont extrêmement incertaines et dépendront des conditions spécifiques au site (en particulier du type de sol). L'utilisation de l'Équation 3a.3.8 peut aussi donner lieu à une surestimation des émissions lorsqu'elle est utilisée avec l'Équation 3.5.6 à la Section 3.5.2.2. Les pays qui appliquent une méthode de Niveau 2 peuvent représenter le profil temporel avec beaucoup plus d'exactitude pour les émissions de CO₂ après l'inondation. Des recommandations sur des méthodes de Niveau 2 figurent ci-après.

Émissions de CH₄

La méthode de Niveau 1 pour l'estimation des émissions de CH₄ par les terres inondées inclut les émissions par diffusion et par bulles (Équation 3a.3.9):

<p>ÉQUATION 3a.3.9 ÉMISSIONS DE CH₄ PAR LES TERRES INONDEES (NIVEAU 1) Émissions_{ZZ inondées} CH₄ = P • E(CH₄)_{diff} • S_{inondées, surface totale} + P • E(CH₄)_{bulles} • S_{inondées, surface totale}</p>

Où : Émissions_{ZZ inondées} CH₄ = émissions de CH₄ totales par les terres inondées, Gg CH₄ an⁻¹

P = période, jours (en général 365 pour les estimations d'inventaires)

E(CH₄)_{diff} = émissions par diffusion moyennées quotidiennement, Gg CH₄ ha⁻¹ jour⁻¹

E(CH₄)_{bulles} = émissions par bulles moyennées, Gg CH₄ ha⁻¹ jour⁻¹

$S_{\text{inondées, surface totale}}$ = superficie inondée totale, y compris la superficie des terres, lacs et des fleuves inondés, ha

Émissions de N₂O

La méthode de Niveau 1 pour l'estimation des émissions de N₂O par les terres inondées inclut seulement les émissions par diffusion. Les émissions par bulles de N₂O ne sont pas significatives (Équation 3a.3.10) :

ÉQUATION 3a.3.10
ÉMISSIONS DE N₂O PAR LES TERRES INONDEES (NIVEAU 1)

$$\text{Émissions}_{\text{ZZ inondées N}_2\text{O}} = P \bullet E(\text{N}_2\text{O})_{\text{diff}} \bullet S_{\text{inondées, surface totale}}$$

Où : $\text{Émissions}_{\text{ZZ inondées N}_2\text{O}}$ = émissions de N₂O totales par les terres inondées, Gg N₂O an⁻¹

P = période, jours (en général 365 pour les estimations d'inventaires)

$E_f(\text{N}_2\text{O})_{\text{diff}}$ = émissions par diffusion moyennées quotidiennement, Gg N₂O ha⁻¹ jour⁻¹

$S_{\text{inondées, surface totale}}$ = superficie inondée totale, y compris la superficie des terres, des lacs et des fleuves inondés, ha

Niveau 2

Émissions de CO₂

Au Niveau 2, on peut estimer les émissions de CO₂ pour les réservoirs en appliquant la méthode indiquée à l'Équation 3a.3.11. Avec des méthodes de Niveau 2 ou 3, les émissions de CO₂ par les terres inondées devront être estimées uniquement pendant dix ans après l'inondation, sauf indication contraire par des recherches spécifiques au pays.

Selon les données disponibles, on peut estimer les émissions par diffusion et par bulles avec une méthodologie de Niveau 2. Pour l'estimation des émissions par diffusion, on peut utiliser des facteurs d'émissions par défaut ou calculer des facteurs spécifiques au pays. Des facteurs spécifiques au pays sont nécessaires pour l'estimation des émissions par bulles. On peut également améliorer l'estimation des émissions par diffusion et établir une distinction entre les périodes avec ou sans couverture de glace pour les réservoirs, ce qui peut améliorer considérablement l'exactitude pour les pays froids. Selon les données disponibles, on peut utiliser la superficie des terres inondées plutôt que la superficie inondée totale. La superficie des terres inondées peut être aussi subdivisée par zone climatique.

ÉQUATION 3a.3.11
ÉMISSIONS DE CO₂ PAR LES TERRES INONDEES (NIVEAU 2)

$$\text{Émissions}_{\text{ZZ inondées CO}_2} = (P_{\text{sc}} \bullet E_f(\text{CO}_2)_{\text{diff}} \bullet S_{\text{inondées, terre}}) + (P_{\text{ac}} \bullet E_{\text{ac}}(\text{CO}_2)_{\text{diff}} \bullet S_{\text{inondées, terre}}) + (([\text{CO}_2]_{\text{diss}} - [\text{CO}_2]_{\text{éq}}) \bullet \text{Débit de sortie} \bullet 10^{-6}) + (([\text{CO}_2]_{\text{déversoir}} - [\text{CO}_2]_{\text{éq}}) \bullet \text{Déversoir} \bullet 10^{-6})$$

Où : $\text{Émissions}_{\text{ZZ inondées CO}_2}$ = émissions de CO₂ totales par les terres inondées, Gg CO₂ an⁻¹

P_{sc} = période sans couverture de glace, jours

P_{ac} = période avec couverture de glace, jours

$E_{\text{sc}}(\text{CO}_2)_{\text{diff}}$ = émissions par diffusion moyennées quotidiennement résultant de l'interface air-eau pendant la période sans couverture de glace, Gg CO₂ ha⁻¹ jour⁻¹

$E_{\text{ac}}(\text{CO}_2)_i$ = émissions par diffusion liées à la période avec couverture de glace, Gg CO₂ ha⁻¹ jour⁻¹

$S_{\text{inondées, terre}}$ = superficie des terres inondées, ha

$[\text{CO}_2]_{\text{diss}}$ = concentrations de CO₂ moyennées en amont des turbines (profondeur d'admission d'eau), kg l⁻¹

$[\text{CO}_2]_{\text{éq}}$ = concentrations de CO₂ moyennées des gaz dissous en aval du barrage ou à l'équilibre avec l'atmosphère, kg l⁻¹

$[\text{CO}_2]_{\text{déversoir}}$ = concentrations of CO₂ moyennées en amont du déversoir (profondeur d'admission d'eau), kg l⁻¹

Débit de sortie = débit de sortie annuel moyenné en litres aux turbines, par réservoir hydroélectrique, l an⁻¹

Déversoir = débit de sortie annuel moyenné en litres au déversoir, par réservoir hydroélectrique, l an⁻¹

Émissions de CH₄

Le Niveau 2 peut améliorer la méthode de Niveau 1 en remplaçant les valeurs par défaut par des facteurs d'émissions spécifiques au pays, en prenant en compte les différences entre les émissions par diffusion et par bulles pendant les périodes avec ou sans couverture de glace pour les réservoirs (pour les pays dans la zone climatique « boréale pluvieuse »), en incluant (sous réserve des données disponibles) les émissions par dégazage aux turbines et aux déversoirs (essentiellement pour les réservoirs hydroélectriques) et utilisant la superficie des terres, pour plus de précision. La superficie des terres inondées peut être aussi sub-divisée par zone climatique. Le Niveau 2 est décrit dans l'Équation 3a.3.12 :

ÉQUATION 3a.3.12
ÉMISSIONS DE CH₄ PAR LES TERRES INONDEES (NIVEAU 2)

$$\text{Émissions}_{\text{ZZ inondées}} \text{CH}_4 = (P_{\text{sc}} \bullet E(\text{CH}_4)_{\text{diff}} \bullet S_{\text{inondées, terre}}) + (P_{\text{sc}} \bullet E(\text{CH}_4)_{\text{b}} \bullet S_{\text{inondées terre}}) + P_{\text{ac}} \bullet (Ei(\text{CH}_4)_{\text{diff}} + Ei(\text{CH}_4)_{\text{bulles}}) \bullet S_{\text{inondées, terre}} + (([\text{CH}_4]_{\text{diss}} - [\text{CH}_4]_{\text{équ}}) \bullet \text{Débit de sortie} \bullet 10^{-6}) + (([\text{CH}_4]_{\text{déversoir}} - [\text{CH}_4]_{\text{équ}}) \bullet \text{Déversoir} \bullet 10^{-6})$$

Où : Émissions_{ZZ inondées} CH₄ = émissions de CH₄ totales par les terres inondées par an, Gg CH₄ an⁻¹

P_{sc} = période sans couverture de glace, jours

P_{ac} = période avec couverture de glace, jours

E(CH₄)_{diff} = émissions par diffusion moyennées quotidiennement résultant de l'interface air-eau, Gg CH₄ ha⁻¹ jour⁻¹

E(CH₄)_{bulles} = émissions par bulles moyennées résultant de l'interface air-eau, Gg CH₄ ha⁻¹ jour⁻¹

S_{inondées, terre} = superficie des terres inondées, ha

[CH₄]_{diss} = concentrations de CH₄ moyennées en amont des turbines (profondeur d'admission d'eau), kg l⁻¹

[CH₄]_{équ} = concentrations de CH₄ moyennées des gaz dissous en aval du barrage ou à l'équilibre avec l'atmosphère, kg l⁻¹

[CH₄]_{déversoir} = concentrations de CH₄ moyennées en amont du déversoir (profondeur d'admission d'eau), kg l⁻¹

Débit de sortie = débit de sortie annuel moyenné en litres aux turbines, par réservoir hydroélectrique, l an⁻¹

Déversoir = débit de sortie annuel moyenné en litres au déversoir, par réservoir hydroélectrique, l an⁻¹

Émissions de N₂O

La méthode de Niveau 2 pour l'estimation des émissions de N₂O par les terres inondées est la même que celle indiquée à l'Équation 3a.3.10, si ce n'est qu'on peut utiliser des facteurs d'émissions spécifiques au pays, et (sous réserve des données disponibles) on utilisera de préférence la superficie des terres inondées plutôt que la superficie inondée totale.

Niveau 3

Les méthodes de Niveau 3 pour l'estimation des émissions de tous les gaz sont plus complètes et peuvent inclure des données supplémentaires spécifiques au pays, telles que les émissions par la biomasse au-dessus de l'eau. Le Niveau 3 requiert la sub-division entre les émissions dues à la dégradation des matières organiques inondées et à la décomposition des matières organiques provenant du bassin hydrologique.

CHOIX DES FACTEURS D'ÉMISSIONS

Les principales valeurs par défaut nécessaires à l'application de la méthode de Niveau 1 sont des facteurs pour les émissions de CO₂, CH₄ et N₂O par diffusion, et un facteur pour les émissions CH₄ par bulles. Le Tableau 3a.3.5 contient des facteurs d'émissions par défaut pour plusieurs zones climatiques qui peuvent être utilisés au Niveau 1. Ces facteurs d'émissions par défaut intègrent certaines variations spatiales et temporelles des émissions des réservoirs, ainsi que des flux à l'interface air-eau des réservoirs. Toutes les données par défaut proviennent de mesures dans les réservoirs hydroélectriques ou réservoirs de maîtrise des crues. Au Niveau 1, les facteurs d'émissions pour la période sans couverture de glace devront être utilisés pour toute l'année.

Au Niveau 2, outre les facteurs susmentionnés, on devra disposer de données sur les concentrations de CH₄ pour plusieurs points en amont et en aval du barrage pour pouvoir estimer les émissions par dégazage. Dans la mesure

du possible, on utilisera des facteurs d'émissions spécifiques au pays plutôt que des facteurs par défaut. En général, on utilisera un mélange de valeurs par défaut et de facteurs d'émissions spécifiques au pays afin de refléter la totalité des conditions environnementales et de gestion. Le calcul de facteurs d'émissions spécifiques au pays est examiné dans l'Encadré 3a.3.1. La dérivation de facteurs spécifiques au pays devra être clairement documentée, et, idéalement, sera publiée dans des documents examinés par des tiers. Les recommandations de l'Encadré 3a.3.1 s'appliquent également à la dérivation des facteurs d'émissions pour le Niveau 3.

Climat	Émissions par diffusion (période sans couverture de glace) $E_r(\text{GES})_{\text{diff}}$ ($\text{kg ha}^{-1} \text{j}^{-1}$)			Références
	CH ₄	CO ₂	N ₂ O	
Boréal, pluvieux	0,11 ± 88%	15,5 ±56%	0,008 ±300%	Duchemin, 2000 ; Huttunen <i>et al.</i> , 2002 ; Schellhase, 1994 ; Duchemin <i>et al.</i> , 1999
Froid tempéré, pluvieux	0,2 ±55%	9,3 ±55%	nm	Duchemin, 2000 ; Duchemin 2002a ; St-Louis <i>et al.</i> , 2000 ; Smith and Lewis, 1992
Chaud tempéré, sec	0,063 ± 0,032	-3,1 ±3,6	nm	Duchemin 2002b
Chaud tempéré, pluvieux	0,096 ±0,074	13,2 ±6,9	nm	Duchemin 2002b
Tropical, pluvieux	0.64 ±330%	60,4 ±145%	0.05 ±100%	Keller et Stallard, 1994 ; Galy-Lacaux <i>et al.</i> , 1997 ; Duchemin <i>et al.</i> , 2000 ; Pinguelli Rosa <i>et al.</i> , 2002
Tropical, humide – saison sèche longue	0,31 ±190%	11,65 ±260%	nm	Pinguelli Rosa <i>et al.</i> , 2002 ; Dos Santos, 2000
Tropical, humide – saison sèche courte	0,44 ±465%	35,1 ±290%	nm	Pinguelli Rosa <i>et al.</i> , 2002 ; Dos Santos, 2000
Tropical, sec	0,3 ±115%	58,7 ±270%	nm	Pinguelli Rosa <i>et al.</i> , 2002 ; Dos Santos, 2000
	Émissions par bulles (période sans couverture de glace) : $E_r(\text{GHG})_{\text{bulles}}$ ($\text{kg ha}^{-1} \text{d}^{-1}$)			
Boréal, pluvieux	0,29 ±160%	ns	ns	Duchemin, 2000 ; Huttunen <i>et al.</i> , 2002 ; Schellhase, 1994
Froid tempéré, pluvieux	0,14 ±70%	ns	ns	Duchemin, 2002a ; St-Louis <i>et al.</i> , 2000 ; Smith et Lewis, 1992
Tropical, pluvieux	2,83 ±45%	ns	ns	Galy-Lacaux <i>et al.</i> , 1997 ; Duchemin <i>et al.</i> , 2000 ; Pinguelli Rosa <i>et al.</i> , 2002
Tropical, humide – saison sèche longue	1,9 ±155%	ns	ns	Pinguelli Rosa <i>et al.</i> , 2002
Tropical, humide - saison sèche courte	0,13 ±135%	ns	ns	Pinguelli Rosa <i>et al.</i> , 2002
Tropical, sec	0,3 ±324%	ns	ns	Pinguelli Rosa <i>et al.</i> , 2002
	Émissions associées à la période avec couverture de glace : $E_i(\text{GES})_{\text{diff}} + E_i(\text{GES})_{\text{bulles}}$ ($\text{kg ha}^{-1} \text{j}^{-1}$)			
Boréal, pluvieux	0,05 ±60%	0,45 ±55%	nm	Duchemin, 2000 ; Duchemin <i>et al.</i> , 2002a

ns : non significatif ; nm : non mesuré

CHOIX DES DONNÉES D'ACTIVITÉS

Plusieurs types de données d'activités peuvent être nécessaires pour l'estimation des émissions par les terres inondées, suivant le niveau méthodologique et la zone climatique. Au Niveau 1, la superficie inondée totale est requise dans tous les cas. Le Niveau 2 requiert des données d'activités supplémentaires, notamment la période avec ou sans couverture de glace pour les réservoirs dans les régions boréales pluvieuses, ainsi que les débits de sortie aux turbines et aux déversoirs hydroélectriques et la superficie de terres inondées.

Superficie des terres inondées

De préférence, les données sur les terres inondées devront être obtenues auprès d'organismes nationaux. Si ces données ne sont pas disponibles, on peut se reporter au Tableau 3a.3.6 qui contient des informations sur la superficie inondée totale utile pour les estimations des émissions au Niveau 1. Ce tableau inclut uniquement la superficie des terres inondées qui existaient avant 1990.

Le Niveau 2 requiert la superficie des terres inondées pour l'estimation des émissions par diffusion et par bulles. Très souvent, ces données peuvent être obtenues auprès des compagnies hydroélectriques. Les pays peuvent aussi obtenir ces données par l'analyse de la couverture d'un bassin de drainage ou à partir d'une base de données nationale sur les barrages.

TABLEAU 3a.3.6		
DONNEES PAR DEFAUT SUR LA SUPERFICIE DES RESERVOIRS		
Pays	CIGB	Données spécifiques au pays
	Superficie (Mha)	Superficie (Mha)
Russie	7,32	7,96
États-Unis	---	6,98
Canada	0	6,5
Chine	---	5,8
Inde	4,57	---
Brésil	0,69	3,98
Finlande	0,73	---
Thaïlande	0,71	---
Égypte	0,70	---
Australie	0,66	---
Mexique	0,60	---
Zimbabwe	0,59	---
Venezuela	0,58	---
Turquie	0,56	---
Argentine	0,50	---
Côte d'Ivoire	0,29	---
Nouvelle-Zélande	0,21	---

Malik *et al.*, 2000 ; US Army Corps Dams Database 1996 ; WCD, 2001 ; ICOLD 1998. Environment Canada Reservoir Database (Duchemin, 2002a) ; Dos Santos, 2000.

Période avec couverture de glace/Période sans couverture de glace

Aux Niveaux 2 et 3, des données sur les périodes avec ou sans couverture de glace pour les réservoirs sont requises pour l'estimation des émissions de CH₄ par diffusion et par bulles. Ces données peuvent être obtenues auprès des services météorologiques nationaux ou des compagnies hydroélectriques.

Volume du débit de sortie/déversement

Au Niveau 2, les débits de sortie aux turbines et aux déversoirs pour les terres inondées sont requis pour l'estimation des émissions de CH₄ par dégazage. Ces données peuvent être obtenues auprès des compagnies hydroélectriques. Les flux de dégazage sont essentiellement une caractéristique propre aux réservoirs hydroélectriques.

Les besoins de données au Niveau 3 sont beaucoup plus étendus, en raison de l'emploi de modélisations temporelles plus complexes des émissions. En général, ces données peuvent être compilées dans un inventaire national des réservoirs. Cet inventaire devra couvrir tous les types de réservoirs et inclure des données et/ou des informations sur les noms des réservoirs, types, superficies, profondeurs, débits de sortie, concentrations de gaz en amont et en aval des turbines, conditions climatiques, pH de l'eau, base géologique, type d'éco-région, et coordonnées géographiques (Duchemin, 2000 ; Duchemin *et al.*, 1995 ; Tavares de Lima, 2002 ; Duchemin *et al.*, 1999 ; Duchemin, 2002a).

Concentrations de CO₂ et de CH₄ en amont et en aval des barrages

Aux Niveaux 2 et 3, les concentrations de CH₄ en amont et en aval des barrages sont nécessaires pour l'estimation des émissions par dégazage. Ces données peuvent être obtenues comme décrit par Fearnside (2002), Galy-Lacaux *et al.* (1997) et Duchemin (2002b).

ENCADRE 3a.3.1**DERIVATION DE FACTEURS D'ÉMISSIONS SPECIFIQUES AU PAYS**

En général, la dérivation de facteurs d'émissions spécifiques au pays nécessite la mesure des émissions par des sous-catégories de sources individuelles (superficie des terres inondées, âge des terres inondées, types de gestion, telles que l'énergie hydroélectrique, l'agriculture, et la régulation de l'eau). Les niveaux d'émissions varient considérablement entre les réservoirs, en fonction de facteurs tels que la superficie, le type d'écosystème inondé, la forme et profondeur du réservoir, le climat local, les fondations géologiques, le mode de fonctionnement du barrage, et les caractéristiques écologiques et physiques du bassin fluvial endigué. Les émissions peuvent aussi varier considérablement à différents points d'un réservoir (à cause essentiellement des différences de profondeur, exposition au vent et au soleil, et présence de plantes aquatiques), et entre les années, les saisons et même entre la nuit et le jour (Duchemin, 2000 ; Duchemin *et al.*, 1995 ; Tavares de Lima, 2002 ; Duchemin *et al.*, 1999 ; Duchemin, 2002a).

Pour que les facteurs d'émissions soient représentatifs des conditions environnementales et de gestion du pays, les mesures devront être effectuées dans différentes régions à terres inondées dans le pays, en toutes saisons, et, s'il y a lieu, dans différentes régions géographiques et avec différents régimes de gestion (Duchemin *et al.*, 1999 ; Duchemin *et al.*, 2002a). Un choix approprié de régions ou de régimes peut permettre de limiter le nombre de sites à inclure dans l'échantillonnage pour obtenir une estimation fiable des flux. Des cartes, des données télédéteectées, ou une base de données sur les barrages peuvent constituer une base utile pour une délimitation suivant la variabilité d'un système ou d'un paysage. Il y a risque d'erreur d'agrégation si les mesures disponibles ne couvrent pas la plage réelle des conditions environnementales et de gestion des terres inondées, et la variabilité climatique interannuelle. Des modèles de simulation validés, calibrés et bien documentés peuvent être utiles pour déterminer des facteurs d'émissions moyennés par superficies sur la base de mesures (Duchemin, 2000).

En ce qui concerne la durée et fréquence des mesures, les mesures des émissions devront être effectuées pendant une année complète, et de préférence pendant plusieurs années, afin de refléter les différences météorologiques, la variabilité climatique interannuelle et l'évolution des terres inondées (Scott *et al.*, 1999 ; Duchemin, 2000 ; Tavares de Lima, 2002). Duchemin *et al.* (1995), Galy-Lacaux *et al.* (1997), Duchemin (2000), Fearnside (2002) et Duchemin *et al.* (2002b) contiennent de bonnes descriptions des techniques de mesures utilisables.

Afin de garantir l'exactitude des facteurs d'émissions par diffusion et par bulles, on devra surveiller des sites représentatifs pour les facteurs susceptibles d'influer sur la variabilité annuelle et interannuelle des émissions. Ces facteurs incluent la profondeur et la variation du niveau de l'eau, la température de l'eau, et la vitesse du vent. Les facteurs d'émissions par dégazage peuvent varier selon la température de l'eau, laquelle pourrait être mesurée en amont des turbines et en aval des barrages afin d'établir la corrélation pour des méthodes de niveaux supérieures.

La fréquence des mesures devra être en accord avec celle des facteurs qui influent sur la variabilité annuelle et interannuelle. Les émissions seront probablement variables selon les régions géographiques, en particulier selon les diverses éco-régions, zones climatiques et fondations géologiques.

En général, on détermine les facteurs d'émissions en utilisant la moyenne des émissions de sites représentatifs. Cette méthode par moyenne doit prendre en compte l'importance de chaque zone géographique et de la saison pour le pays.

3a.3.3.2 ÉVALUATION DE L'INCERTITUDE

Les deux plus grandes sources d'incertitude pour l'estimation des émissions de gaz à effet de serre par les réservoirs sont associées aux facteurs d'émissions des diverses voies (diffusion, bulles et dégazages) et aux estimations des superficies des réservoirs.

Facteurs d'émissions : Des émissions par diffusion moyennes quotidiennes, estimées à partir de mesures de terrain, varient d'un ordre de grandeur pour CH₄ et par un facteur de 5 pour CO₂ et N₂O (Tableau 3a.3.4). Par ailleurs, des émissions de CH₄ par bulles moyennes quotidiennes varient de plus d'un ordre de grandeur. L'utilisation de mesures par défaut pour divers types de réservoirs et dans d'autres régions contribuera également à l'incertitude. De plus, la plupart des mesures de flux de gaz à effet de serre ont été effectuées pour des

réservoirs hydroélectriques, et par conséquent d'autres types de réservoirs ne sont pas inclus dans les estimations d'émissions par défaut.

Superficie des terres inondées : Des informations sur la superficie inondée derrière les grands barrages devraient être disponibles et leur incertitude ne devrait pas dépasser quelques pour cent. Cependant, il peut être plus difficile d'obtenir des informations sur la superficie des terres inondées, et leur incertitude sera plus élevée, en particulier dans les pays sans grands barrages ou qui n'ont que quelques réservoirs hydroélectriques. Il sera peut-être difficile d'obtenir des informations détaillées sur l'emplacement, le type et le rôle des barrages plus petits, bien qu'on puisse tirer des conclusions statistiques à partir de la distribution par taille des réservoirs pour lesquels il existe des données. En outre, les réservoirs sont créés pour un grand nombre de raisons qui influent sur la disponibilité des données.

3a.3.3.3 EXHAUSTIVITE

Un inventaire complet devra inclure toutes les terres inondées. Les pays sont invités à établir une comptabilisation par superficie complète, sub-divisée par grandes catégories de climat et d'écosystèmes et par usages.

3a.3.3.4 ÉTABLISSEMENT DE SERIES TEMPORELLES COHERENTES

Des recommandations générales en matière de cohérence pour les séries temporelles figurent à la Section 5.6 (Cohérence des séries temporelles et recalculs). La méthode d'estimation des émissions devra être appliquée avec cohérence à chaque année de la série temporelle, au même niveau de sub-division. De plus, lorsqu'on utilise des données spécifiques au pays, les organismes chargés des inventaires nationaux devront utiliser le même protocole de mesures (stratégie d'échantillonnage, méthode, etc.). Si on ne peut pas utiliser la même méthode ou le même protocole de mesures pour toute la série temporelle, on observera les recommandations présentées au Chapitre 5. On expliquera les différences des émissions de gaz à effet de serre entre les années d'inventaire, par exemple, en démontrant les variations des superficies des terres inondées ou à l'aide de facteurs d'émissions mis à jour. On effectuera des vérifications de la cohérence (en contactant les compagnies hydroélectriques) pour obtenir des informations temporelles sur les terres affectées par des inondations antérieures ou futures.

3a.3.3.5 NOTIFICATION ET DOCUMENTATION

Il convient de documenter et d'archiver toutes les informations requises pour produire les estimations de l'inventaire national. Il est particulièrement important de documenter les informations supplémentaires suivantes pour cette catégorie source :

Facteurs d'émissions : On devra indiquer les sources des facteurs d'émissions et des paramètres utilisés (valeurs par défauts du GIEC ou autres). Si on a utilisé des facteurs d'émissions et des paramètres spécifiques au pays ou à la région, ainsi que de nouvelles méthodes (autres que les méthodes par défaut du GIEC), la base scientifique de ces facteurs d'émissions, paramètres et modèles devra être bien documentée. Cette documentation inclura, entre autres, la définition des paramètres d'entrées et la description du processus de dérivation des facteurs d'émissions, paramètres et modèles, ainsi que la description des sources et du degré d'incertitude.

Données d'activités : Les sources de toutes les données d'activités utilisées dans les calculs devront être documentées (citations complètes pour les bases de données statistiques utilisées pour la collecte des données, communications avec les entreprises responsables des réservoirs, etc.). Lorsque les données d'activités n'étaient pas directement disponibles dans des bases de données ou lorsqu'on a associé plusieurs ensembles de données, les informations, suppositions et procédures utilisées pour obtenir les données d'activités devront être décrites. Cette documentation devra inclure la fréquence de la collecte de données et des estimations, et des estimations de l'exactitude et de la précision.

Résultats d'émissions : Les variations interannuelles significatives des émissions devront être expliquées. On devra distinguer entre des variations interannuelles des niveaux d'activités et des variations des facteurs d'émissions, paramètres et méthodes, et les raisons de ces variations devront être documentées. Si on utilise des facteurs d'émissions, paramètres et méthodes différents pour des années différentes, les raisons devront être expliquées et documentées.

3a.3.3.6 ASSURANCE DE LA QUALITE/CONTROLE DE LA QUALITE (AQ/CQ) DE L'INVENTAIRE

Il convient de mettre en œuvre des procédures d'assurance de la qualité/contrôle de la qualité (AQ/CQ) comme indiqué au Chapitre 5 (Section 5.5) du présent rapport. Étant donné le peu de données dont on dispose, ces

examens devront être effectués régulièrement pour prendre en compte les résultats des nouvelles recherches. Des contrôles de la qualité supplémentaires, comme indiqué dans les procédures de Niveau 2 au Chapitre 8, AQ/CQ, de *GPG2000*, et des procédures d'assurance de la qualité peuvent aussi être utiles, en particulier si les émissions par cette catégorie ont été quantifiées avec des méthodes de niveau supérieur. Dans le cas de l'utilisation de facteurs d'émissions spécifiques au pays, ceux-ci devront être basés sur des données expérimentales de qualité, obtenues à l'aide d'un programme de mesures rigoureux, et documentées correctement.

A l'heure actuelle, il n'est pas possible d'effectuer de contre-vérifications des estimations d'émissions par les sols organiques gérés à des fins d'extraction de tourbe à l'aide d'autres méthodes de mesures. Toutefois, les organismes chargés des inventaires devront veiller à ce que les estimations fassent l'objet d'un contrôle de la qualité en :

- Vérifiant les facteurs d'émissions spécifiques au pays notifiés par rapport à des valeurs par défaut et des données d'autres pays ; et en
- Vérifiant les superficies des terres inondées par rapport à des données fournies par les compagnies hydroélectriques, à la base de données de la Commission internationale des grands barrages, et aux données présentées pour les inventaires nationaux sur la sécurité des barrages

Appendice 3a.4 Établissements: Base d'un futur développement méthodologique

L'Appendice 3a.4 présente une méthode de base pour l'estimation des émissions et absorptions de carbone par les arbres des établissements. Cette catégorie d'utilisation des terres est examinée dans le Manuel de référence des *Lignes directrices du GIEC* à la Section 5.2 (Évolution du patrimoine forestier et des autres stocks de biomasse ligneuse). La méthodologie couvre la sous-catégorie des variations des stocks de carbone de la biomasse vivante. Les informations dont on dispose à l'heure actuelle ne permettent pas d'établir une méthodologie de base avec des données par défaut qui permettrait d'estimer la contribution de la matière organique morte et des sols en ce qui concerne les émissions et absorptions de CO₂ par les établissements.

3a.4.1 Établissements restant établissements

Cette catégorie désigne toutes les catégories de formations arborées urbaines, principalement les arbres urbains le long des rues, dans les jardins et les parcs, sur des terres qui ont été utilisées en tant qu'établissements (des terres associées fonctionnellement ou administrativement aux villes, villages, etc.) depuis la dernière collecte des données. Les émissions et absorptions de CO₂ dans cette catégorie sont estimées par une seule sous-catégorie de variations des stocks de carbone de la biomasse, comme indiqué dans l'Équation 3a.4.1.

ÉQUATION 3a.4.1
ÉQUATION RECAPITULATIVE POUR LES VARIATIONS DES STOCKS DE CARBONE DES
ETABLISSEMENTS RESTANT ETABLISSEMENTS

$$\Delta C_{EE} = \Delta C_{EE_{BV}}$$

Où : ΔC_{EE} = variations des stocks de carbone des établissements restant établissements, tonnes C an⁻¹
 $\Delta C_{EE_{BV}}$ = variations des stocks de carbone de la biomasse vivante des établissements restant établissements, tonnes C an⁻¹

3a.4.1.1 VARIATIONS DES STOCKS DE CARBONE DE LA BIOMASSE VIVANTE

3A.4.1.1.1 QUESTIONS METHODOLOGIQUES

L'estimation des émissions pour les établissements suppose que seuls les stocks de carbone de la biomasse arborée varient. Les variations des stocks de carbone de la biomasse buissonneuse ne sont pas estimées en raison du très faible nombre de données sur la croissance des buissons. Cependant, si on dispose de données d'activités et de paramètres pour des espèces buissonneuses, on peut estimer leur effet sur les émissions et absorptions de CO₂ à l'aide d'une méthode de Niveau 2 ou 3. De même, les plantes des prés et les plantes ornementales des parcs et jardins ne sont pas examinées en raison de l'insuffisance des données dans ce domaine.

Il existe peu de données permettant d'estimer l'absorption de carbone par les arbres des établissements. Novak et Crane (2002) ont estimé l'absorption de carbone par les arbres des établissements aux États-Unis limitrophes à 23 millions de tonnes de C an⁻¹. À part une évaluation de la capacité d'absorption des arbres urbains à Sydney (Brack, 2002), il n'existe pas d'études similaires pour d'autres régions du monde. Les méthodes décrites dans la présente section s'appuient sur des recherches effectuées principalement dans des villes aux États-Unis. Elles sont utiles en tant que première approximation pour l'évaluation des émissions et absorptions nettes de CO₂ par les arbres urbains. Mais des données supplémentaires seront nécessaires pour établir une méthode applicable à un niveau plus général.

La méthode générale estime les variations des stocks de carbone de la biomasse imputables à la croissance des arbres, par soustraction des pertes de carbone de la biomasse dues à l'élagage et à la mortalité. Les variations annuelles moyennes des stocks de carbone de la biomasse vivante obtenues seront positives ou négatives, selon l'importance de la croissance et des pertes. Cette méthode est indiquée dans l'Équation 3a.4.2.

ÉQUATION 3a.4.2
VARIATIONS DES STOCKS DE CARBONE DE LA BIOMASSE DES ETABLISSEMENTS RESTANT ETABLISSEMENTS

$$\Delta C_{EE_{BV}} = \Delta C_{EE_C} - \Delta C_{EE_P}$$

Où :

$\Delta C_{EE_{BV}}$ = variations des stocks de carbone de la biomasse vivante des établissements restant établissements, tonnes C an-1

ΔC_{EE_C} = variations des stocks de carbone dues à la croissance de la biomasse vivante des établissements restant établissements, tonnes C an-1

ΔC_{EE_P} = variations des stocks de carbone dues aux pertes de la biomasse vivante des établissements restant établissements, tonnes C an-1

3a.4.1.1.1.1 Choix de la méthode

En fonction de la disponibilité des données pertinentes, on a le choix entre les deux niveaux méthodologiques décrits ci-dessous. Tous deux sont basés sur la même méthodologie (croissance moins pertes) comme indiqué à la Section 3.2.1.1 et dans l'Équation 3a.4.2.

Niveau 1 : A ce niveau, deux options sont possibles pour estimer les variations des stocks de carbone de la biomasse vivante des établissements restant établissements. Le Niveau 1a estime les variations des stocks de carbone en utilisant la superficie du couvert forestier comme facteur d'absorptions, et le Niveau 1b estime les variations des stocks de carbone en utilisant le nombre d'arbres comme facteur d'absorptions. Le choix de la méthode dépendra des données d'activités disponibles.

Niveau 1a: Méthode de la superficie du couvert forestier

Cette méthode est représentée par l'Équation 3a.4.3A et devra être utilisée lorsqu'on dispose de données sur la superficie totale du couvert forestier des établissements restant établissements.

ÉQUATION 3a.4.3A
CROISSANCE ANNUELLE DE LA BIOMASSE BASEE SUR LA SUPERFICIE TOTALE DU COUVERT FORESTIER

$$\Delta B_{EE_C} = (S_{\text{COUVERT}} \bullet CVT)$$

Où :

ΔB_{EE_C} = croissance annuelle de la biomasse des établissements restant établissements, tonnes C an-1

S_{COUVERT} = superficie totale du couvert forestier, ha

CVT = taux de croissance basé sur la superficie du couvert, tonnes C (ha de couvert forestier)⁻¹ an⁻¹

La mise en œuvre de cette méthode s'effectue en trois étapes :

Étape 1 : Estimer la superficie totale du couvert forestier de tous les établissements restant établissements.

Étape 2 : Multiplier la superficie totale du couvert forestier par le facteur d'absorptions par défaut approprié pour CVT (voir Section 3a.4.1.1.2) pour obtenir ΔB_{EE_C} .

Étape 3 : Utiliser l'estimation de ΔB_{EE_C} dans l'Équation 3a.4.2. De plus, paramétrer $\Delta B_{EE_P} = 0$ si l'âge moyen des arbres est inférieur ou égal à vingt ans ; sinon, supposer que $\Delta B_{EE_C} = \Delta B_{EE_P}$ (voir Section 3a.4.1.1.2).

Niveau 1b: Méthode du taux de croissance des arbres

Cette méthode est représentée par l'Équation 3a.4.3B et devra être utilisée lorsqu'on dispose de données sur le nombre d'arbres par grandes catégories d'espèces pour les établissements restant établissements.

ÉQUATION 3a.4.3B
CROISSANCE ANNUELLE DE LA BIOMASSE BASEE SUR LE NOMBRE D'ARBRES INDIVIDUELS PAR
GRANDES CATEGORIES D'ESPECES

$$\Delta B_{EE_C} = \sum_{i=1}^n (NA_i \bullet C_{Taux_i})$$

Où :

ΔB_{EE_C} = croissance annuelle de la biomasse des établissements restant établissements, tonnes C an⁻¹

NA_i = nombre d'arbres par grandes catégories d'espèces i , arbre #

C_{Taux_i} = taux d'accumulation moyen de carbone par arbre par grandes catégories d'espèces i , tonnes C an⁻¹ arbre #⁻¹

Grandes catégories d'espèces	Accumulation annuelle par défaut par arbre (tonnes C an ⁻¹)
Peuplier tremble	0,0096
Érable argenté	0,0118
Bois dur mixte	0,0100
Érable dur	0,0142
Genévrier	0,0033
Cèdre/mélèze	0,0072
Douglas taxifolié	0,0122
Sapin/Pérusse	0,0104
Pin	0,0087
Épicéa	0,0092

Source : D. Nowak (2002; communication personnelle)

La mise en œuvre de cette méthode s'effectue en quatre étapes :

Étape 1 : Estimer le nombre d'arbres des établissements restant établissements pour chaque grande catégorie d'espèces.

Étape 2 : Multiplier chaque estimation par le taux de variation du carbone par arbre pour obtenir la quantité de carbone absorbée.

Étape 3 : Ajouter la quantité de carbone absorbée par chaque grande catégorie d'espèces pour toutes les catégories des établissements restant établissements.

Étape 4 : Utiliser l'estimation de ΔB_{EE_C} dans l'Équation 3a.4.2. De plus, paramétrer $\Delta B_{EE_p} = 0$ si l'âge moyen des arbres est inférieur ou égal à vingt ans ; sinon, supposer que $\Delta B_{EE_C} = \Delta B_{EE_p}$ (voir Section 3a.4.1.1.1.2).

Niveau 2 : Au Niveau 2, on peut utiliser les équations de base décrites aux Niveaux 1a et 1b avec des facteurs d'absorptions spécifiques au pays (CVT ou C_{Taux_i}). Les méthodes de Niveau 2 font appel à des données spécifiques au pays et peuvent aussi sub-diviser les établissements par régions climatiques afin d'appliquer des facteurs d'absorptions plus détaillés. On devra estimer explicitement les pertes de biomasse (ΔB_{EE_p}) au lieu d'utiliser des suppositions par défaut. A un niveau supérieur, des estimations des variations des stocks de carbone des établissements peuvent aussi inclure d'autres sous-catégories, par exemple la biomasse souterraine, les matières organiques des sols et la matière organique morte.

Étant donné le caractère préliminaire de cette méthodologie, il n'est pas proposé de méthode de Niveau 3 explicite. Cependant, les pays peuvent choisir d'établir des méthodes d'estimation de niveau supérieur, à condition que ces méthodes donnent des estimations plus exactes des émissions et absorptions des gaz à effet de serre par les établissements.

3a.4.1.1.1.2 Choix des facteurs d'émissions/d'absorptions

Au Niveau 1a, le facteur d'absorptions est CVT dans l'Équation 3a.4.3A. Dans le cas de l'application d'une méthode de Niveau 1a, on utilisera une valeur par défaut pour CVT de 2,9 tonnes de C (ha de couvert forestier)⁻¹

an⁻¹. Cette estimation est basée sur un échantillon de huit villes aux États-Unis, avec des valeurs situées entre 1,8 et 3,4 tonnes de C (ha de couvert forestier)⁻¹ an⁻¹ (Nowak, 2002).

Au Niveau 1b, le facteur d'absorptions est C_{Taux_i} dans l'Équation 3a.4.3B. Dans le cas de l'application d'une méthode de Niveau 1b, on utilisera les valeurs par défaut du Tableau 3a.4.1 pour les taux d'accumulation du carbone pour chaque grande catégorie d'espèces. Ces estimations sont basées sur des équations allométriques et une plage de données de terrain limitée pour des zones urbaines aux États-Unis.

Aux niveaux supérieurs, les pays devront calculer des facteurs d'absorptions appropriés aux circonstances nationales. On pourra utiliser des taux basés sur les superficies ou des taux individuels. Les taux d'absorptions spécifiques au pays devront être basés sur les zones climatiques et les espèces arborées dominantes des établissements du pays. Si des taux d'absorptions spécifiques au pays sont obtenus à partir d'estimations de la matière sèche de la biomasse, ils devront être convertis en unités de carbone, avec une fraction de carbone (FC) par défaut de 0,5 tonnes de carbone par tonne de matière sèche, ou avec une fraction de carbone jugée plus appropriée pour les données spécifiques au pays.

La valeur par défaut $\Delta B_{\text{SS}_p} = 0$ est basée sur la supposition selon laquelle les arbres urbains sont des puits nets de carbone lorsqu'ils sont dans une période de croissance active et cette période de croissance active est d'environ vingt ans, selon les espèces arborées, la densité de la plantation et l'emplacement (arbres le long des rues ou dans les parcs, dans des zones ombragées ou ensoleillées, etc.). Même si les conditions de croissance dans les parcs et jardins peuvent être bonnes, on suppose une détérioration progressive de la croissance et de la santé des arbres plus vieux, en raison des conditions hostiles de l'environnement urbain (niveaux de radiation relativement bas, pollution atmosphérique, etc.). En conséquence, la méthode suppose que l'accumulation de carbone de la biomasse diminue avec l'âge, et, donc, pour des arbres de plus de vingt ans, on suppose que la croissance du carbone de la biomasse est annulée par les pertes dues à l'élagage et à la mortalité, ce qui est reflété par le paramétrage de $\Delta B_{\text{EE}_C} = \Delta B_{\text{EE}_p}$.

A des niveaux supérieurs, les suppositions pour ΔB_{EE_p} devront être évaluées et modifiées pour mieux refléter les circonstances nationales. Par exemple, les pays peuvent disposer de données sur les pertes de carbone liées à l'âge et aux espèces spécifiques pour les arbres des établissements, auquel cas, ils devront établir un terme pour les pertes et documenter les ressources et les raisons utilisées pour le calcul.

3a.4.1.1.1.3 Choix des données d'activités

L'application d'une méthode de Niveau 1 requiert les données d'activités suivantes : S_{COUVERT} , la superficie du couvert forestier, ou NA_i , le nombre d'arbres individuels par grandes catégories d'espèces. Au Niveau 1a, on peut obtenir des données sur la superficie du couvert forestier (S_{COUVERT}) au moyen de photographies aériennes des zones urbaines, avec l'aide d'experts spécialistes de l'interprétation de photographies, et par échantillonnage d'images et mesures des superficies (Nowak *et al.*, 1996). En général, on entend par couvert forestier le pourcentage de sol couvert par la cime, délimité par la projection verticale de son plus grand périmètre. Il est important de noter que l'Équation 3a.4.3A utilise un terme pour la superficie et non pas pour le pourcentage. Pour pouvoir être utilisées dans l'Équation 3a.4.3A, les valeurs en pourcentage du couvert forestier devront être converties en superficie totale du couvert forestier par multiplication du pourcentage par la superficie totale des arbres.

Au Niveau 1b, on pourra obtenir des données sur les peuplements arborés, sub-divisées par espèces ou grandes catégories d'espèces, auprès d'organismes municipaux responsables de la gestion de la végétation urbaine, ou par des méthodes d'échantillonnage.

Au Niveau 2, on pourra obtenir des données sur les peuplements arborés, sub-divisées par espèces ou grandes catégories d'espèces, par une méthode d'échantillonnage appropriée. A cette fin, on pourra adapter les méthodes d'échantillonnage décrites au Chapitre 5, Section 5.3 (Échantillonnage).

3a.4.1.1.1.4 Évaluation de l'incertitude

Deux grandes sources d'incertitude sont associées aux méthodes de base : incertitude des facteurs d'absorptions et incertitude des données d'activités. Au Niveau 1a, le facteur d'absorptions par défaut, CVT, a une incertitude de ± 50 pour cent de la moyenne. Les valeurs par défaut fournies pour les facteurs d'absorptions au Niveau 1b ont une incertitude générale de ± 30 pour cent de la moyenne, basée sur l'opinion d'experts. Les pays devront évaluer l'incertitude des estimations des superficies ou des nombres d'arbres utilisées aux Niveaux 1a ou 1b. L'incertitude de la délimitation des établissements est commune aux données d'activités à tous les niveaux. Ceci influe sur les tailles relatives des types d'utilisation des terres urbaines (commerciale, résidentielle, parcs, etc.) qui présentent des différences pour ce qui est des peuplements arborés et de l'étendue des surfaces pavées et construites. Les incertitudes des données d'activités dépendent de la méthode utilisée pour estimer la superficie du couvert forestier. La plupart des méthodes reposent sur l'interprétation de photographies aériennes, mais varient pour ce qui est des méthodes d'échantillonnage de ces photographies. Selon une estimation prudente,

L'incertitude relative des estimations des superficies du couvert forestier est de l'ordre de $\pm 5\%$ à $\pm 20\%$ de l'estimation moyenne. Les incertitudes des données d'activités (nombre d'arbres dans chaque grande catégorie d'espèces) sont surtout liées aux méthodes d'échantillonnage utilisées pour estimer la taille du peuplement arboré. Selon une estimation prudente, l'incertitude des estimations est de l'ordre de $\pm 15\%$ à $\pm 25\%$ de la valeur du nombre d'arbres.

Pour des recommandations générales sur l'identification, la quantification et l'association des incertitudes, se reporter au Chapitre 5, Section 5.2 (Identification et quantification des incertitudes) du présent rapport.

3a.4.2 Exhaustivité

Pour assurer l'exhaustivité des estimations d'émissions et d'absorptions par les établissements, on doit veiller à inclure tous les établissements dans un pays ou, au minimum, ceux au-dessus d'une taille pré-définie, ainsi que les estimations de toutes les sources et puits de gaz à effet de serre applicables aux établissements.

A l'heure actuelle, l'établissement d'une estimation complète des variations des stocks de carbone pour cette catégorie d'utilisation des terres est limitée par l'absence d'études mondiales contenant des méthodes de quantification et des paramètres par défaut. Mais, avec les données disponibles auprès de la plupart des organismes municipaux, les méthodes et méthodologies présentées ci-dessus devraient permettre une comptabilisation relativement complète des variations des bassins de carbone des établissements.

3a.4.3 Établissement de séries temporelles cohérentes

Des recommandations pour l'établissement de séries temporelles cohérentes figurent au Chapitre 5, Section 5.6 (Cohérence des séries temporelles et recalculs). Pour établir des séries temporelles cohérentes pour les établissements restant établissements, on s'efforcera de préparer régulièrement un inventaire des arbres des établissements. Cet inventaire pourra être établi annuellement ou sur une autre base temporelle régulière, et devra inclure le nombre d'espèces individuelles, ainsi que des mesures de la taille des arbres, par exemple le diamètre à hauteur de poitrine (dhp), pour permettre une estimation de la croissance pendant plusieurs périodes d'échantillonnage. On devra également suivre les pertes de biomasse dues à l'élagage et à la mortalité, idéalement à l'aide de l'inventaire des arbres des établissements.

3a.4.4 Notification et documentation

Les pays devront documenter les estimations d'émissions et d'absorptions par la biomasse des établissements restant établissements en utilisant des tableaux de notification. Les variations des stocks de carbone (tonnes C an^{-1}) ainsi que les émissions/absorptions de CO_2 ($\text{Gg CO}_2 \text{an}^{-1}$) devront être incluses dans les tableaux de notification. Il est extrêmement important de noter que, conformément à la convention adoptée, les variations des stocks de carbone sont positives lorsqu'il y a augmentation des stocks de carbone des bassins terrestres et négatives lorsqu'il y a diminution. À l'opposé, les émissions/absorptions de CO_2 sont conformes à une convention inverse. Des recommandations supplémentaires sur les signes figurent à la Section 3.1.7 Notification, et à l'Appendice 3A.2 Tableaux de notification.

Pour la transparence de la notification et pour faciliter les futures améliorations des estimations d'inventaires, les pays devront documenter soigneusement les décisions et les méthodes utilisées pour les estimations d'émissions et d'absorptions de CO_2 par les établissements. À cette fin, les pays pourront envisager les améliorations de la documentation suivantes :

- Nom et emplacement géographique de chaque établissement ;
- Nom de la source (ou des sources) des données d'activités ou des données à l'origine de celles-ci ;
- Méthodes utilisées pour obtenir les données d'activités ;
- Critères employés pour l'inclusion d'espèces arborées dans les grandes catégories d'espèces indiquées au Tableau 3a.4.1 ;
- Facteurs et/ou taux utilisés pour ajuster l'accumulation de carbone annuelle moyenne par arbre à la croissance en milieu urbain, s'il y a lieu ;
- Source (ou sources) des équations de croissance et méthodes utilisées pour les combiner et obtenir d'autres valeurs de paramètres que celles présentées ici ;
- Méthodes d'échantillonnage et modèles utilisés pour le calcul des taux d'accumulation de carbone spécifiques au pays ;
- Description des méthodes utilisées pour la délimitation des superficies des établissements ; et
- Résultats de l'analyse des tendances temporelles des estimations d'émissions antérieures, justification de leurs recalculs, et procédures mises en œuvre à cette fin. Les variations importantes des valeurs de la série

temporelle devront être expliquées. Pour des recommandations générales, se reporter au Chapitre 5 du présent rapport.

La documentation décrite ci-dessus devra être archivée correctement à des fins de référence ultérieure.

3a.4.5 Assurance de la qualité/Contrôle de la qualité (AQ/CQ) de l'inventaire

Il est recommandé de mettre en œuvre les contrôles de la qualité comme indiqué au Chapitre 5, Section 5.5 (Assurance de la qualité et Contrôle de la qualité) du présent rapport, et d'effectuer les contrôles de la qualité généraux associés au traitement, à la manipulation et à la notification des données, comme indiqué au Chapitre 5 du présent rapport, avec des procédures spécifiques à la source, notamment l'examen des paramètres, équations et calculs utilisés pour les estimations des valeurs d'émissions. Des spécialistes externes (notamment des experts en foresterie urbaine) ainsi que des parties prenantes intéressées devront examiner les estimations d'inventaires et les valeurs de tous les paramètres et facteurs d'émissions importants.

Références

3.1 INTRODUCTION

Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) (1997). Houghton J.T., Meira Filho L.G., Lim B., Tréanton K., Mamaty I., Bonduki Y., Griggs D.J., et Callander B.A. (éds). *Lignes directrices du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre, version révisée 1996*. GIEC/OCDE/AIE, Paris, France.

Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) (2000). Penman J., Kruger D., Galbally I., Hiraiishi T., Nyenzi B., Emmanuel S., Buendia L., Hoppaus R., Martinsen T., Meijer J., Miwa K., et Tanabe K. (éds). *Recommandations du GIEC en matière de bonnes pratiques et de gestion des incertitudes pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre*. GIEC/OCDE/AIE/IGES, Hayama, Japon.

3.2 TERRES FORESTIÈRES

Andreae M.O. et Merlet P. (2002). Emission of trace gases and aerosols from biomass burning. *Global Biogeochemical Cycles*, 15 (4) : pp. 955-966.

Bernoux M., Carvalho M da CS, Volkoff B., Cerri C.C. (2002). Brazil's soil carbon stocks. *Soil Science Society of America Journal*, 66(3), pp. 888-896.

Bhatti J.S., Apps M.J., et Jiang H. (2001). Examining the carbon stocks of boreal forest ecosystems at stand and regional scales. Dans : Lal R. *et al.* (éds). *Assessment Methods for Soil Carbon*. Lewis Publishers, Boca Raton FL, États-Unis, pp. 513-532.

Brown S. (1997). *Estimating biomass and biomass change of tropical forests : a primer*. FAO Forestry Paper 134.. Forest Resources Assessment Publication, 55 pp.

Brumme R., Borken W., et Finke S. (1999). Hierarchical control on nitrous oxide emission in forest ecosystem. *Global Biogeochemical Cycles*, 13 : pp. 1137-1148.

Butterbach Bahl K., Breuer L., Gasche R., Willibald G., et Papen H. (2002). Exchange of trace gases between soils and the atmosphere in Scots pine forest ecosystems of the northeastern German lowlands : 1, Fluxes of N₂O, NO/NO₂ and CH₄ at forest sites with different N-deposition. *Forest Ecology and Management*, 167 : pp. 123-134.

Chojnacky D.C. et Heath L.S. (2002). Estimating down deadwood from FIA forest inventory variables in Maine. *Environmental-Pollution*, 116 : Suppl. 1 : S25-S30.

Conen F., Dobbie K.E., et Smith K.A. (2000). Predicting N₂O emissions from agricultural land through related parameters. *Global Change Biology*, 5 : pp. 471-426.

Crutzen P.J. et Andreae M.O. (1990). Biomass burning in the tropics : impact on atmospheric chemistry and biogeochemical cycles. *Science*, 4988 : pp. 1669-1678.

Obale-Ebanga F., Sevink J., de Groot W., et Nolte C. (2003). Myths of slash and burn on physical degradation of savannah soils : Impacts on Vertisols in North Cameroon. *Soil-Use and Management*, 19(1) : pp. 83-86.

Dixon R.K., Brown S., Houghton R.A., Solomon A.M., Trexler M.C., et Wisniewski J. (1994). Carbon pools and flux of global forest ecosystems. *Science*, 263(1544) : pp. 185-190.

Hay G.J., Marceau D.J., Dube P., et Bouchard A. (2001). A multi-scale framework for landscape analysis : Object-specific analysis and upscaling. *Landscape-Ecology*, 16 : pp. 471-490.

Duvall M.D. et Grigal D.F. (1999). Effects of timber harvesting on coarse woody debris in red pine forests across the Great Lakes states, USA. *Canadian Journal of Forest Research* 29 (12) : pp. 1926-1934.

Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) (2001). Global Forest Resources Assessment 2000. Main Report. Forestry Paper 140, FAO, Rome : 479 pp.

FAO (1995). Forest Resources Assessment 1990 : Global Synthesis. Forestry Papers 124, FAO, Rome : 44 pp.

Filipchuk A.N., Strakhov V.V., Borisov B.A. *et al.* (2000). A brief national overview on forestry sector and wood products : Russian Federation. ONU ECE, FAO. New York et Genève. ECE/TIM/SP/18 (en russe) : 94 pp.

Fisher R.F. et Binkley D. (2000). *Ecology and management of forest soils*. John Wiley & Sons. New York : 489 pp.

- Harmon M.E. et Marks B. (2002). Effects of silvicultural practices on carbon stores in Douglas-fir-western hemlock forests in the Pacific Northwest, USA : Results from a simulation model. *Canadian Journal of Forest Research*, 32 (5) : pp. 863-877.
- Harmon M. E., Krankina O.N., Yatskov M., et Matthews E. (2001). Predicting broad-scale carbon stores of woody detritus from plot-level data. Dans : Lai, R., Kimble J., et Stewart B.A. (éds). *Assessment Methods for Soil Carbon*, CRC Press, New York, pp. 533-552.
- Hoover C.M., Birdsey R.A., et Heath L.S. (2000). How to estimate carbon sequestration on small forest tracts. *Journal Forestry*, 98 (9) : pp. 13-19.
- Houghton R.A. (1999). The annual net flux of carbon to the atmosphere from changes in land-use 1850-1990. *Tellus*, 51B : pp.298-313.
- Ilic J., Boland D., McDonald M., Downes G., et Blakemore P. (2000). *Woody density Phase 1 : State of knowledge*. National Carbon Accounting System, Technical Report No 18. Australian Greenhouse Office, Canberra.
- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) (1997). Houghton J.T., Meira Filho L.G., Lim B., Tréanton K., Mamaty I., Bonduki Y., Griggs D.J., et Callander B.A. (éds). *Lignes directrices du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre, version révisée 1996*. GIEC/OCDE/AIE, Paris, France.
- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) (2000). Penman J., Kruger D., Galbally I., Hiraishi T., Nyenzi B., Emmanuel S., Buendia L., Hoppaus R., Martinsen T., Meijer J., Miwa K., et Tanabe K. (éds). *Recommandations du GIEC en matière de bonnes pratiques et de gestion des incertitudes pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre*. GIEC/OCDE/AIE/IGES, Hayama, Japon.
- Jackson R.B., Banner J.L., Jobbagy E.B., Pockman W.T., et Wall D.H. (2002). Ecosystem carbon loss with woody plant invasion of grasslands. *Nature*, 418 : pp. 623-626.
- Jobbagy E.G. et Jackson R.B. (2000). The vertical distribution of soil organic carbon and its relation to climate and vegetation. *Ecological Applications*, 19(2) : pp. 423-436.
- Johnson D.W. et Curtis P.S. (2001). Effects of forest management on soil C and N storage : Meta analysis. *Forest Ecology and Management*, 140 : pp. 227-238.
- Johnson D.W., Knoepp J.D., et Swank W.T. (2002). Effects of forest management on soil carbon : Results of some long-term resampling studies. *Environment Pollution*, 116 : pp. 201-208.
- Johnson M.G., Levine E.R., et Kern J.S. (1995). Soil organic matter : Distribution, genesis, and management to reduce greenhouse gas emissions. *Water, Air and Soil Pollution*, 82 : pp. 593-615.
- Jacinthe P.A., Lal R., et Kimble J.M. (2002). Carbon dioxide evolution in runoff from simulated rainfall on long-term no-till and plowed soils in Southwestern Ohio. *Soil Tillage Research*, 66 (1) : pp. 23-33.
- Kirschbaum-MUF (2000). How should forest fires be treated in the National Greenhouse Gas Inventory? *Australian-Forestry*, 63(2) : pp. 136-141.
- Klemetsson L., Klemetsson A.K., Moldan F., et Weslien P. (1997). Nitrous oxide emission from Swedish forest soils in relation to liming and simulated increased N-deposition. *Biology & Fertility of Soils*, 25 : pp. 290-295.
- Koehl M. (2000). Reliability and comparability of TBFRA 2000 results. Dans : *TBFRA 2000*, Genève, ONU-ECE/FAO : pp. 27-61.
- Kramer H. (1982). *Nutzungsplanung in der Forsteinrichtung*. Sauerländer Verlag, Frankfurt : 128 pp.
- Kurz W.A. et Apps M.J. (1992). Atmospheric carbon and Pacific Northwest Forests. Dans : Wall, G. (éd.). *Implication of climate change for Pacific Northwest forest management*. University of Waterloo, Department of Geography Occasional Paper No. 15 : pp. 69-80.
- Lafleur P.M., Roulet N.T., Bubier J.L., Frolking S., et Moore T.R. (2003). Inter-annual variability in the peatland-atmosphere carbon dioxide exchange at an ombrotrophic bog : Art. no. 1036. *Global-Biogeochemical-Cycles*, 17 (2) : pp. 00-00.
- Laitat É., Karjalainen T., Loustau D., et Lindner M. (2000). Introduction : Towards an integrated scientific approach for carbon accounting in forestry. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement 2000*, 4(4) : pp. 315-319.

- Izaurrealde R.C., Rosenberg N.J., et Lal R. (2001). Mitigation of climatic change by soil carbon sequestration : Issues of science, monitoring, and degraded lands. *Advances in Agronomy*, 70 : pp. 1-75.
- Lehtonen X, Mäkipää R., Heikkinen J., Sievänen R., and Liski J. (2004). Biomass expansion factors (BEFs) for Scots pine, Norway spruce and birch according to stand age for boreal forests, *Forest Ecology and Management*, 188 : pp. 211-224.
- Levine J.S., Wesley III R.C., Winstead E.L., Thinehart R.P., Cahoon Jr. D.R., Sebacher D.K., Sebacher S., et Stocks B.J. (1991). Biomass burning : Combustion emissions, satellite imagery, and biogenic emissions. Dans : Levine J.S. (éd.). *Global biomass burning*. MIT Press, Cambridge : pp. 264-271.
- Li Z., Kurz W.A., Apps M.J., et Beukema S.J. (2003) Belowground biomass dynamics in the Carbon Budget Model of the Canadian Forest Sector : Recent improvements and implications for the estimation of NPP and NEP. *Canadian Journal of Forest Research*, 33 (1) : pp. 126-136.
- Li C.S., Aber J, Stange F, Butterbach Bahl K., et Papen H. (2000). A process-oriented model of N₂O and NO emissions from forest soils : 1. Model development. *Journal of Geophysical Research Atmospheres*, 105 (D4) : pp. 4369-4384.
- Liski J., Pussinen A., Pingoud K., Makipaa R., et Karjalainen T. (2001). Which rotation length is favourable to carbon sequestration? *Canadian Journal of Forest Research*, 31 : pp. 2004-2013.
- Löewe H, Seufert G., et Raes F. (2000). Comparison of methods used within Member States for estimating CO₂ emissions and sinks according to UNFCCC and EU Monitoring Mechanism : Forest and other wooded land. *Biotechnologie, agronomie, société et environnement 2000*, 4(4) : pp. 315-319.
- Martikainen P.J., Nykanen H., Alm J., et Silvola J. (1995). Change in fluxes of carbon dioxide, methane and nitrous oxide due to forest drainage of mire sites of different trophy. *Plant & Soil*, 169 : pp. 571-577.
- McKenzie N.J., Cresswell H.P., Ryan P.J., et Grundy M. (2000). Opportunities for the 21st century : Expanding the horizons for soil, plant, and water analysis. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 31 : pp. 1553-1569.
- Mosier A. et Kroeze C. (1999). *Contribution of agroecosystems to the global atmospheric N₂O budget. Proceedings of International workshop on reducing N₂O emission from agroecosystems*. Banff, Canada, mars1999.
- Mosier A.R., Delgado J.A., et Keller M. (1998). Methane and nitrous oxide fluxes in an acid Oxisol in Western Puerto Rico : Effects of tillage, liming and fertilization. *Soil Biology & Biochemistry*, 30 : pp. 2087-2098.
- Page-Dumroese D., Jurgensen M., Elliot W, et al. (2000). Soil quality standards and guidelines for forest sustainability in northwestern North America. *Forest Ecology Management*, 138 (1-3) : pp. 445-462.
- Papen H. et Butterbach-Bahl K. (1999). A 3-year continuous record of nitrogen trace gas fluxes from untreated and limed soil of a N-saturated spruce and beech forest in Germany : 1. N₂O emissions. *Journal of Geophysical Research*, 104 : pp. 18487-18503.
- Paul K.I., Polglase P.J., Nyakuengama J.G., et Khanna P.K. (2002). Change in soil carbon following afforestation. *Forest Ecology and Management*, 168 : pp. 241-257.
- Polglase P.J., Paul K.I., Khanna P.K., Nyakuengama J.G., O'Connell A.M., Grove T.S., et Battaglia M. (2000). *Change in soil Carbon Following Afforestation or Reforestation*. National Carbon Accounting System Technical Report no. 20. Australian Greenhouse Gas Office, Canberra.
- Post W.M. et Kwon K.C. (2000). Soil carbon sequestration and land-use changes : processes and potential. *Global Change Biology*, 6 : pp. 317-327.
- Pregitzer K.S. (2003). Woody plants, carbon allocation and fine roots. *New Phytologist*, 158 (3) : pp. 421-424.
- Renault P. (1999). Les modèles opérationnels d'émission de N₂O par les sols aux échelles régionales. *C.R. Acad. Agri. Fr.*, 85, 6 : pp. 163-176.
- Richter D.D., Markewitz D., Trumbore S.E., et Wells C.B. (1999). Rapid accumulation and turnover of soil carbon in a re-establishing forest. *Nature*, 400 : pp. 56-58.
- Schelhaas M.J., Varis S., et Schuck A. (2001). Database on Forest Disturbances in Europe (DFDE), European Forest Institute, Joensuu, Finlande. <http://www.efi.fi/projects/dfde/>.
- Scott N.A., Tate K.R., Giltrap D.J., et al. (2002). Monitoring land-use change effects on soil carbon in New Zealand : Quantifying baseline soil carbon stocks. *Environmental Pollution*, 116 : pp. 167-186.

- Siltanen *et al.* (1997). *A soil profile and organic carbon data base for Canadian forest and tundra mineral soils*. Natural Resources Canada, Canadian Forest Service, Northern Forestry Centre, Edmonton, Alberta, Canada.
- Smith J.E. et Heath L.S. (2002). *A model of forest floor carbon mass for United States forest types*. General Technical Report, USDA Forest Service, Northeastern Research Station, Newtown Square, PA., États-Unis. Sous presse.
- Smith K.A., Dobbie K.E., Ball B.C., Bakken L.R., Sitaula B.K., Hansen S., Brumme R., Borken W., Christensen S., Priemé A., Fowler D., MacDonald J.A., Skiba U., Klemmedtsson L., Kasimir-Klemmedtsson A., Degórska A., et Orlanski P. (2000). Oxidation of atmospheric methane in Northern European soils, comparison with other ecosystems, and uncertainties in the global terrestrial sink. *Global Change Biology*, 6 : pp. 791-803.
- Smith K.A., Bouwman L., et Braatz B. (1999). *Nitrous oxide : direct emissions from agricultural soils*. Background paper for IPCC Workshop on Good Practice in Inventory Preparation : Agricultural sources of methane and nitrous oxide, 24-26 février 1999, Wageningen, Pays-Bas.
- Spies T.A., Franklin J.F., et Thomas T.B. (1988). Coarse woody debris in Douglas-fir forests of Western Oregon and Washington. *Ecology*, 6 : pp. 1689-1702.
- Stange F., Butterbach-Bahl K., Papen H., *et al.* (2000). A process-oriented model of N₂O and NO emissions from forest soils, 2 : Sensitivity analysis and validation. *Journal of Geophysical Research Atmosphere*, 105 (D4) : pp. 4385-4398.
- Thormann M.N., Szumigalski A.R., et Bayley S.E. (1999). Aboveground peat and carbon accumulation potentials along a bog-fen-marsh wetland gradient in southern boreal Alberta, Canada. *Wetlands*, 19 (2) : pp. 305-317.
- Tremblay S., Ouimet R., et Houle D. (2002). Prediction of organic carbon content in upland forest soils of Quebec, Canada. *Can. J. For. Res.*, 32 : pp. 903-914.
- UN-ECE/FAO (2000)
- Vogt K.A., Vogt D.J., Pamiotto P.A., Boon P., O'Hara J., et Asbjornsen H. (1996). Review of root dynamics in forest ecosystems grouped by climate, climatic forest type, and species. *Plant and Soil*, 187 : pp. 159-219.
- Yavitt J.B., Fahey T.J., et Simmons J.A. (1997). Methane and carbon dioxide dynamics in a northern hardwood ecosystem. *Soil Science Society of America Journal*, 59 : pp. 796-804.
- Zagreev V.V., Sukhikh B.I., Shvidenko A.Z., Gusev N.N., et Moshkalev A.G. (1993). *The All-Union Standards for Forest Inventory*. Kolos, Moscou, 495 pp. (en russe).
- Zoltai S.C. et Vitt D.H. (1995). Canadian wetlands : Environmental gradients and classification. *Vegetation*, 118 (1-2) : pp. 131-137.

3.3 TERRES CULTIVÉES

- Armentano T.V. et Menges E.S. (1986). Patterns of change in the carbon balance of organic soil-wetlands of the temperate zone. *Journal of Ecology*, 74 : pp. 755-774.
- Barbosa R.I. et Fearnside P.M. (1996). Pasture burning in Amazonia : Dynamics of residual biomass and the storage and release of aboveground carbon. *Journal of Geophysical Research (Atmospheres)*, 101(D20) : pp. 25847-25857.
- Bernoux M., Carvalho M.D.S., Volkoff B., et Cerri C.C. (2002). Brazil's soil carbon stocks. *Soil Science Society of America Journal*, 66 : pp. 888-896.
- Conant R.T. et Paustian K. (2002). Spatial variability of soil organic carbon in grasslands : implications for detecting change at different scales. *Environmental Pollution*, 116 : pp. 127-135.
- Davidson E.A. et Ackerman I.L. (1993). Changes in soil carbon inventories following cultivation of previously untilled soils. *Biogeochemistry*, 20 : pp. 161-164.
- Dixon R.K., Winjum J.K., et Schroeder P.E. (1993). Conservation and sequestration of carbon : the potential of forests and agroforest management practices. *Global Environmental Change*, 3 : pp. 159-173.
- Dobbie K.E., McTaggart I.P., et Smith K.A. (1999). Nitrous oxide emissions from intensive agricultural systems : Variations between crops and seasons, key driving variables, and mean emission factors. *Journal of Geophysical Research (Atmospheres)*, 104 : pp. 26891-26899.

- Fearnside P.M. (1990). Fire in the tropical rainforest of the Amazon basin. Dans : Goldammer, J.G. (éd.). *Fire in the tropical biota*. Ecological Studies 84. Springer-Verlag, NY, États-Unis : pp. 106-116.
- Fearnside P.M. (2000). Global warming and tropical land-use change : greenhouse gas emissions from biomass burning, decomposition and soils in forest conversion, shifting cultivation and secondary vegetation. *Climatic Change*, 46 : pp. 115-158.
- Firestone M.K. et Davidson E.A. (1989) Microbiological basis of NO and N₂O production and consumption in soil. Dans : Andreae M.O. et Schimel D.S. (éds). *Exchange of trace gases between terrestrial ecosystems and the atmosphere*. Wiley, NY, États-Unis : pp. 7-21.
- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) (1997). Houghton J.T., Meira Filho L.G., Lim B., Tréanton K., Mamaty I., Bonduki Y., Griggs D.J., et Callander B.A. (éds). *Lignes directrices du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre, version révisée 1996*. GIEC/OCDE/AIE, Paris, France.
- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) (2000). Penman J., Kruger D., Galbally I., Hiraishi T., Nyenzi B., Emmanuel S., Buendia L., Hoppaus R., Martinsen T., Meijer J., Miwa K., et Tanabe K. (éds). *Recommandations du GIEC en matière de bonnes pratiques et de gestion des incertitudes pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre*. GIEC/OCDE/AIE/IGES, Hayama, Japon.
- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) (2000b). Watson R., Noble I.R., Bolin B., Ravindranath, N.H., Verardo D.J., et Dokken D.J. (éds). *Land use, Land-use Change, and Forestry : A Special Report*. Cambridge University Press. Cambridge, Royaume-Uni.
- Jobbagy E.G. et Jackson R.B. (2000). The vertical distribution of soil organic carbon and its relation to climate and vegetation. *Ecological Applications*, 19(2) : pp. 423-436.
- Klemedtsson L., Klemedtsson A.K., Moldan F., et Weslien P. (1997). Nitrous oxide emission from Swedish forest soils in relation to liming and simulated increased N-deposition. *Biology & Fertility of Soils*, 25 : pp. 290-295.
- Masera O.R., Garza-Caligaris J.F., Kanninen M., Karjalainen T., Liski J., Nabuurs G.J., Pussinen A., de Jong B.H.J., et Mohren G.M.J. (2003). Modeling carbon sequestration in afforestation, agroforestry and forest management projects. *Ecological Modelling*, 164 : pp. 177-199.
- McGill W. B. (1996). Review and classification of ten soil organic matter models. Dans : Powlson D.S., Smith P., et Smith J.U. (éds). *Evaluation of Soil Organic Matter Models Using Existing Long-Term Datasets*. Springer-Verlag, Heidelberg : pp. 111-132.
- Neill C., Melillo J.M., Steudler P.A., Cerri C.C., de Moraes J.F.L., Piccolo M.C., et Brito M. (1997). Soil carbon and nitrogen stocks following forest clearing for pasture in the southwestern Brazilian Amazon. *Ecological Applications*, 7 : pp. 1216-1225.
- Nusser S.M. et Goebel J.J. (1997). The National Resources Inventory : A long-term multi-resource monitoring programme. *Environmental and Ecological Statistics*, 4 : pp. 181-204.
- Ogle S. M., Breidt F.J., Eve M.D., et Paustian K. (2003). Uncertainty in estimating land use and management impacts on soil organic carbon storage for U.S. agricultural lands between 1982 and 1997. *Global Change Biology* (sous presse).
- Paul E.A., Paustian K., Elliott E.T. et Cole C.V. (éds) (1997). *Soil organic matter in temperate agroecosystems : Long-term experiments in North America*. CRC Press, Boca Raton, FL, États-Unis. 414 pp.
- Schroeder P. (1994). Carbon storage benefits of agroforestry systems. *Agroforestry Systems*, 27 : pp. 89-97.
- Schroth G., D'Angelo S.A., Teixeira W.G., Haag D., et Lieberei R. (2002). Conversion of secondary forest into agroforestry monoculture plantations in Amazonia : Consequences for biomass, litter and soil carbon stocks after 7 years. *Forest Ecology and Management*, 163 : pp. 131-150.
- Smith P., Powlson D.S., Smith J.U., et Elliott E.T. (éds) (1997). Evaluation and comparison of soil organic matter models. Numéro spécial, *Geoderma*, 81 : pp. 1-225.
- Smith P., Powlson D., et Glendining, M. (1996). Establishing a European GCTE soil organic matter network (SOMNET). Dans : Powlson D.S., Smith P., et Smith J.U. (éds). *Evaluation of Soil Organic Matter Models Using Existing Long-Term Datasets*. OTAN Séries ASI, 38. Springer-Verlag, Berlin : pp. 81-97.
- Soil Organic Matter Network (SOMNET) (1996). *Model and Experimental Metadata. GCTE Task 3.3.1*. Smith P., Smith J.U., et Powlson D.S. (éds). Global Change and Terrestrial Ecosystems Report No 7. GCTE Focus 3 Office, Wallingford, Royaume-Uni. 255 pp.

3.4 PRAIRIES

- Anderson D.J., Perry R.A., et Leigh J.H. (1972). Some perspectives on shrub/environment interactions. Sans : McKell C.M., Blaisdell J.P., Goodon J.R. (éds). *Wildland Shrubs : Their Biology and Utilization*. USDA Forest Service, General Tech. Report INT-1.
- Armentano T.V. et Menges E.S. (1986). Patterns of change in the carbon balance of organic soil-wetlands of the temperate zone. *Journal of Ecology*, 74(3) : pp. 755-774.
- Baldocchi D., Kelliher F.M., Black T.A., et Jarvis P. (2000). Climate and vegetation controls on boreal zone energy exchange. *Global Change Biology*, Volume 6 : Supplément 1 : pp. 69-83.
- Baldocchi D., Falge E., Gu L.H., Olson R., Hollinger D., Running S., Anthoni P., Bernhofer C., Davis K., Evans R., Fuentes J., Goldstein A., Katul G., Law B., Lee X.H., Malhi Y., Meyers T., Munger W., Oechel W., Pilegaard K., Schmid H.P., Valentini R., Verma S., Vesala T., Wilson K., et Wofsy S. (2001). FLUXNET : A new tool to study the temporal and spatial variability of ecosystem-scale carbon dioxide, water vapor, and energy flux densities. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 82 : pp. 2415-2434.
- Barbosa R.I. et Fearnside P.M. (1996). Pasture burning in Amazonia : Dynamics of residual biomass and the storage and release of aboveground carbon. *Journal of Geophysical Research (Atmospheres)*, 101(D20) : pp. 25847-25857.
- Cairns M.A., Brown S., Helmer E.H., et Baumgardner G.A. (1997). Root biomass allocation in the world's upland forests. *Oecologia*, 111 : pp. 1-11.
- Conant R.T. et Paustian K. (2002a). Spatial variability of soil organic carbon in grasslands : Implications for detecting change at different scales. *Environmental Pollution*, 116 : pp. 127-135.
- Conant R.T. et Paustian K. (2002b). Potential soil carbon sequestration in overgrazed grassland ecosystems. *Global Biogeochemical Cycles*, 16 : pp. 901-909.
- Conant R.T., Paustian K., et Elliott E.T. (2001). Grassland management and conversion into grassland : Effects on soil carbon. *Ecological Application*, 11 : pp. 343-355.
- Davidson E.A. et Ackerman I.L. (1993). Changes in soil carbon inventories following cultivation of previously untilled soils. *Biogeochemistry*, 20 : pp. 161-164.
- Delmas R.A., Loudjana P., Podaire A., et Menaut J.C. (1991). Biomass burning in Africa : An assessment of annually burnt biomass. Dans : Levine J.S. (éd), *Global biomass burning : Atmosphere, climatic and biosphere implications*, MIT Press, Cambridge, Mass. : pp. 147-154.
- Ellert B.H., Janzen H.H., et McConkey B.G. (2001). Measuring and comparing soil carbon storage. dans : Lal R., Kimble J.M., Follett, R.F. et Stewart B.A. (éds). *Soil management for enhancing carbon sequestration*. CRC Press, Boca Raton, FL, États-Unis : pp. 593-610.
- Fearnside P.M. (1990). Fire in the tropical rainforest of the Amazon basin. Dans : Goldammer J.G. (éd.). *Fire in the tropical biota*. Ecological Studies 84. Springer-Verlag, NY, États-Unis : pp. 106-116.
- Fearnside P.M. (2000). Global warming and tropical land-use change : greenhouse gas emissions from biomass burning, decomposition and soils in forest conversion, shifting cultivation and secondary vegetation. *Climatic Change*, 46 : pp. 115-158.
- Guo L.B. et Gifford R.M. (2002). Soil carbon stocks and land use change : a meta analysis. *Global Change Biology*, 8 : pp. 345-360.
- Hao W.M., Darold E.W., Olbu G., et Baker S.P. (1996). Emissions of CO₂, CO and hydrocarbons from fires in diverse African savanna ecosystems. *Journal of Geophysical Research*, 101(D19) : pp. 23577-23584.
- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) (1997). Houghton J.T., Meira Filho L.G., Lim B., Tréanton K., Mamaty I., Bonduki Y., Griggs D.J., et Callander B.A. (éds). *Lignes directrices du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre, version révisée 1996*. GIEC/OCDE/AIE, Paris, France.
- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) (2000). Penman J., Kruger D., Galbally I., Hiraishi T., Nyenzi B., Emmanuel S., Buendia L., Hoppaus R., Martinsen T., Meijer J., Miwa K., et Tanabe K. (éds). *Recommandations du GIEC en matière de bonnes pratiques et de gestion des incertitudes pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre*. GIEC/OCDE/AIE/IGES, Hayama, Japon.

- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) (2000b). Watson R., Noble I.R., Bolin B., Ravindranath, N.H., Verardo D.J., et Dokken D.J. (éds). *Land use, Land-use Change, and Forestry : A Special Report*. Cambridge University Press. Cambridge, Royaume-Uni.
- Jackson R.B., Banner J.L., Jobbagy E.B., Pockman W.T., et Wall D.H. (2002). Ecosystem carbon loss with woody plant invasion of grasslands. *Nature*, 418 : pp. 623-626.
- Jackson R.B., Canadell J., Ehleringer J.R., Mooney H.A., Sala O.E., et Schulze E.D. (1996). A global analysis of root distributions for terrestrial biomes. *Oecologia*, 108 : pp. 389-411.
- Kuhlbusch T.A.J., Andreae M.O., Cachier H., Goldammer J.G., Lacaux J.P., Shea R., et Crutzen P.J. (1996). Black carbon formation by savanna fires : Measurements and implications for the global carbon cycle. *Journal of Geophysical Research*, 101(D19) : pp. 23651-23665.
- Lacaux J.P., Delmas R., et Jambert C. (1996). NO_x emissions from African savanna fires. *Journal of Geophysical Research*, 101(D19) : pp. 23585-23595.
- Lobert J. M., Scharffe D.H., Hao W.M., Kuhlbusch T.A., Seuwen R., Warneck P., et Crutzen P.J. (1993). Experimental evaluation of biomass burning emissions : Nitrogen carbon containing compounds. Dans : Levine J.S. (éd) *Global Biomass Burning*, MIT Press.
- Lobert J.M. et Warnatz J. (1993). Emissions from combustion process in vegetation. Dans : Crutzen P.J. et Goldammer J.G., *Fire in the environment*, John Wiley, New York : pp. 15-37.
- McGill W. B. (1996). Review and classification of ten soil organic matter models. Dans : Powlson D.S., Smith P., et Smith J.U. (éds). *Evaluation of Soil Organic Matter Models Using Existing Long-Term Datasets*. Springer-Verlag, Heidelberg : pp. 111-132.
- Milchunas D.G. et Lauenroth W.K. (1993). Quantitative effects of grazing on vegetation and soils over a global range of environments. *Ecological Monographs*, 63 : pp. 327-366.
- Neill C., Melillo J.M., Steudler P.A., Cerri C.C., de Moraes J.F.L., Piccolo M.C., et Brito M. (1997). Soil carbon and nitrogen stocks following forest clearing for pasture in the southwestern Brazilian Amazon. *Ecological Applications*, 7 : pp. 1216-1225.
- Nihlgard B. (1972). Plant biomass, primary production and distribution of chemical elements in abeech and replanted spruce forest in South Sweden. *Oikos*, 23 : pp. 69-81.
- Nusser S.M. et Goebel J.J. (1997). The National Resources Inventory : a long-term multi-resource monitoring programme. *Environmental and Ecological Statistics*, 4 : pp. 181-204.
- Ogle S.M., Breidt F.J., Eve M.D., et Paustian K. (2003). Uncertainty in estimating land use and management impacts on soil organic carbon storage for U.S. agricultural lands between 1982 and 1997. *Global Change Biology* (sous presse).
- Ojima D.S., Parton W.J., Schimel D.S., Scurlock J.M.O., et Kittel T.G.F. (1993). Modeling the effects of climatic and CO₂ changes on grassland storage of soil C. *Water, Air, and Soil Pollution*, 70 : pp. 643-657.
- Olson R.J., Scurlock, J.M.O., Prince S.D., Zheng D.L., et Johnson K.R. (éds) (2001). NPP multi-biome : NPP and driver data for ecosystem model-data intercomparison. Série de données disponibles auprès de l'Oak Ridge National Laboratory Distributed Active Archive Center, Oak Ridge, Tennessee, États-Unis [<http://www.daac.ornl.gov>].
- Pacala S.W., Hurtt G.C., Baker D., Peylin P., Houghton R.A., Birdsey R.A., Heath L., Sundquist E.T., Stallard R.F., Ciais P., Moorcroft P., Caspersen J.P., Shevliakova E., Moore B., Kohlmaier G., Holland E., Gloor M., Harmon M.E., Fan S.M., Sarmiento J.L., Goodale C.L., Schimel D., et Field C.B. (2001). Consistent land- and atmosphere-based US carbon sink estimates. *Science*, 292 : pp. 2316-2320.
- Scholes R.J., Kendall J., et Justice C.O. (1996). The quantity of biomass burned in southern Africa, *Journal of Geophysical Research*, 101(D19) : pp. 23677-23682.
- Smith P., Powlson D.S., Glendining M.J., et Smith J.O.U. (1997). Potential for carbon sequestration in European soils : preliminary estimates for five scenarios using results from long-term experiments. *Global Change Biology*, 3 : pp. 67-79.
- Veldkamp E. (2001). Changes in soil carbon stocks following conversion of forest to pasture in the tropics. Dans : Holland E.A. (éd.), *Notes from underground : Soil processes and global change*. OTAN Série ASI. Berlin : Springer (sous presse).

Ward D.E., Hao W.M., Susott R.A., Babbitt R.E., Shea R.W., Kauffman J.B. et Justice C.O. (1996). Effect of fuel composition on combustion efficiency and emission factors for African savanna ecosystems. *Journal of Geophysical Research*, 101(D19) : pp. 23569-23574.

3.5 ZONES HUMIDES

Alm J., Saarnio S., Nykanen H., Silvola J., et Martikainen P. J. (1999). Winter CO₂, CH₄ and N₂O fluxes on some natural and drained boreal peatlands. *Biogeochemistry*, 44 : pp. 163-186.

Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) (1997). Houghton J.T., Meira Filho L.G., Lim B., Tréanton K., Mamaty I., Bonduki Y., Griggs D.J., et Callander B.A. (éds). *Lignes directrices du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre, version révisée 1996*. GIEC/OCDE/AIE, Paris, France.

Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) (2000). Penman J., Kruger D., Galbally I., Hiraishi T., Nyenzi B., Emmanuel S., Buendia L., Hoppaus R., Martinsen T., Meijer J., Miwa K., et Tanabe K. (éds). *Recommandations du GIEC en matière de bonnes pratiques et de gestion des incertitudes pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre*. GIEC/OCDE/AIE/IGES, Hayama, Japon.

Laine J. et Minkkinen K. (1996). Effect of forest drainage on the carbon balance of a mire : A case study. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 11 : pp. 307-312.

Laine J., Silvola J., Tolonen K., Alm J., Nykanen H., Vasander H., Sallantausta T., Savolainen I., Sinisalo J., et Martikainen P.J. (1996). Effect of water-level drawdown on global climatic warming : Northern peatlands. *Ambio*, 25 : pp. 179-184.

LUSTRA (2002). *Land Use Strategies for Reducing Net Greenhouse Gas Emissions. Annual Report 2002*, Uppsala, Sweden. <http://www.sml.slu.se/lustra/index.phtml>

Minkkinen K., Korhonen R., Savolainen I., et Laine J. (2002). Carbon balance and radiative forcing of Finnish peatlands 1900-2100 : The impact of forestry drainage. *Global Change Biology*, 8 : pp. 785-799.

Sundh I., Nilsson M., Mikkela C., Granberg G., et Svensson B.H. (2000). Fluxes of methane and carbon dioxide on peat-mining areas in Sweden. *Ambio*, 29 : pp. 499-503.

3.6 ÉTABLISSEMENTS

Nowak D.J. et Crane D.E. (2002). Carbon storage and sequestration by urban trees in the United States. *Environmental Pollution*, 116(3) : pp. 381-389.

Nowak D.J., Rowntree R.A., McPherson E.G., Sisinni S.M., Kerkmann E.R., et Stevens J.C. (1996). Measuring and analyzing urban tree cover. *Landscape and Urban Planning*, 36 : pp. 49-57.

APPENDICE 3A.1 PRODUITS LIGNEUX RECOLTES : BASE D'UN FUTUR DEVELOPPEMENT METHODOLOGIQUE

Burden R.L. et Faires J.D. (2001). *Numerical Analysis*, 7^e éd. Brooks/ Cole Publishing. 810 pp.

Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) (1999). *FAO Yearbook—Forest Products 1997*. FAO Forestry Series No. 42. Rome, Italie. 245 pp.
[ftp://ftp.fao.org/fo/fon/fons/FOYB1997.pdf]

Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) (2002). *FAOSTAT Forestry data*. [http://apps.fao.org/page/collections?subset=forestry].

Flugsrud K., Hoem B., Kvingedal E. et Rypdal R. (2001). *Estimating the net emissions of CO₂ from harvested wood products*. Rapport SFT 1831/200. Norwegian Pollution Control Authority, Oslo, Norvège. 47 pp.
[http://www.sft.no/publikasjoner/luft/1831/ta1831.pdf]

Gjesdal S.F.T., Flugsrud K., Mykkelbost T.C., et Rypdal K. (1996). *A balance of use of wood products in Norway*, Norwegian Pollution Control Authority. Rapport SFT 96/04, 54 pp.

Haynes *et al.* (1990). *An Analysis of the timber situation in the United States : 1989-2040*. USDA Forest Service. Gen. Tech. Rpt. RM-199. 268 pp.

- Heath L.S., Birdsey R.A., Row C., et Plantinga A.J. (1996). Carbon pools and fluxes in U.S. forest products. Dans : Apps M.J. et Price D.T. (éds), *Forest ecosystems, forest management and the global carbon cycle*. OTAN Série ASI. Springer-Verlag, Berlin : pp. 271-278.
- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) (1997). Houghton J.T., Meira Filho L.G., Lim B., Tréanton K., Mamaty I., Bonduki Y., Griggs D.J., et Callander B.A. (éds). *Lignes directrices du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre, version révisée 1996*. GIEC/OCDE/AIE, Paris, France.
- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) (1998). Brown S., Lim B. et Schlamadinger B. Evaluating approaches for estimating net emissions of carbon dioxide from forest harvesting and wood products. Meeting Report, Dakar, Senegal, 5-7 mai 1998. GIEC/OCDE/AIE, Paris, France. Voir : <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/mtdocs/dakar.htm>
- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) (2000). Penman J., Kruger D., Galbally I., Hiraishi T., Nyenzi B., Emmanuel S., Buendia L., Hoppaus R., Martinsen T., Meijer J., Miwa K., et Tanabe K. (éds). *Recommandations du GIEC en matière de bonnes pratiques et de gestion des incertitudes pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre*. GIEC/OCDE/AIE/IGES, Hayama, Japon.
- Karjalainen T., Kellomaki S., et Pussinen A. (1994). Role of wood-based products in absorbing atmospheric carbon. *Silva Fennica*, 28 (2) : pp. 67-80.
- Micales J.A. et Skog K.E. (1997). The decomposition of forest products in landfills. *International Biodeterioration and Biodegradation*, 39 (2-3) : pp. 145-158.
- Nabuurs G.J. et Sikkema R. (1998). *Application and evaluation of the alternative IPCC methods for harvested wood products in the national communications : Proceedings for the IPCC Expert Meeting on Evaluating approaches for estimating net emissions from harvested wood products*, Wageningen, Pays-Bas.
- Pingoud K., Savolainen I., et Seppälä H. (1996). Greenhouse impact of the Finnish forest sector including forest products and waste management. *Ambio*, 25 : pp. 318-326.
- Pingoud K., Perälä A.L., et Pussinen A. (2001). Carbon dynamics in wood products. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 6 : pp. 91-111.
- Skog K. et Nicholson G. (1998). Carbon cycling through wood products : The role of wood and paper products in carbon sequestration. *Forest Products Journal*, 48 (7/8) : pp. 75-83.

APPENDICE 3A.2 EMISSIONS SANS CO₂ RESULTANT DU DRAINAGE ET DE LA RE-HUMIDIFICATION DES SOLS FORESTIERS : BASE D'UN FUTUR DEVELOPPEMENT METHODOLOGIQUE

- Alm J., Saarnio S., Nykanen H., Silvola J., et Martikainen P.J. (1999). Winter CO₂, CH₄ and N₂O fluxes on some natural and drained boreal peatlands. *Biogeochemistry*, 44 : pp. 163 – 186.
- Bartlett K.B. et Harriss R.C. (1993). Review and assessment of methane emissions from wetlands. *Chemosphere*, 26 : pp. 261-320.
- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) (1997). Houghton J.T., Meira Filho L.G., Lim B., Tréanton K., Mamaty I., Bonduki Y., Griggs D.J., et Callander B.A. (éds). *Lignes directrices du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre, version révisée 1996*. GIEC/OCDE/AIE, Paris, France.
- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) (2000). Penman J., Kruger D., Galbally I., Hiraishi T., Nyenzi B., Emmanuel S., Buendia L., Hoppaus R., Martinsen T., Meijer J., Miwa K., et Tanabe K. (éds). *Recommandations du GIEC en matière de bonnes pratiques et de gestion des incertitudes pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre*. GIEC/OCDE/AIE/IGES, Hayama, Japon.
- Klemedtsson L., Weslien P., Arnold K., Agren G., Nilsson M., et Hanell B. (2002). Greenhouse gas emissions from drained forests in Sweden. Dans : Olsson M. (éd.), *Land use strategies for reckoning net greenhouse gas emissions*. Mistra Programme : Progress report 1999-2002. Swedish University of Agricultural Sciences. Uppsala, Suède : pp. 44-67.

- Komulainen V.M., Nykanen H., Martikainen P.J., et Laine J. (1998). Short-term effect of restoration on vegetation change and methane emissions from peatlands drained for forestry in southern Finland. *Can. J. For. Res.*, 28 : pp. 402-411.
- Laine J., Silvola J., Tolonen K., Alm J., Nykanen H., Vasander H., Sallantausta T., Savolainen I., Sinisalo J., et Martikainen P.J. (1996). Effect of water-level drawdown on global climatic warming : Northern peatlands. *Ambio*, 25 : pp. 179-184.
- Martikainen P. J., Nykanen H., Alm J., et Silvola J. (1995). Change in fluxes of carbon dioxide, methane and nitrous oxide due to forest drainage of mire sites of different trophic. *Plant & Soil*, 169 : pp. 571-577.
- Regina K., Nykänen H., Silvola J., et Martikainen P.J. (1996). Nitrous oxide production in boreal peatlands of different hydrology and nutrient status. Dans : *Northern peatlands in global climatic change. Proceedings of the international workshop*. Academy of Finland, Hyytiälä : pp. 158-166.
- Roulet N.T. et Moore T.R. (1995). Methane Emissions from Canadian Peatlands. Sans : Lal R., Kimble J., Levine E., et Stewart B.A., *Soils and Global Change*, CRC Lewis Publishers, Boca Raton, FL, États-Unis : pp. 153-164.
- Tuittila, E.-S., Komulainen, V.-M., Vasander, H., Nykänen, H., Martikainen, P.J., et Laine, J. (2000). Methane dynamics of a restored cut-away peatland. *Global Change Biology*, 6 : 569-581.

APPENDICE 3A.3 ZONES HUMIDES RESTANT ZONES HUMIDES : BASE D'UN FUTUR DÉVELOPPEMENT MÉTHODOLOGIQUE

SOLS ORGANIQUES GÉRÉS À DES FINS D'EXTRACTION DE TOURBE

- Alm J., Saarnio S., Nykanen H., Silvola J., et Martikainen P.J. (1999). Winter CO₂, CH₄ and N₂O fluxes on some natural and drained boreal peatlands. *Biogeochemistry*, 44 : pp. 163-186.
- Andriessse J.P. (1988) *Nature and management of tropical peat soils*, FAO Soils Bulletin 59. <http://www.fao.org/docrep/x5872e/x5872e04.htm>
- Feehan J. et O'Donovan G. (1996) *The bogs of Ireland*. The Environmental Institute, University College Dublin, Irlande.
- Fey A., Benckiser G. et Ottow J.C.G. (1999). Emissions of nitrous oxide from a constructed wetland using a groundfilter and macrophytes in waste-water purification of a dairy farm. *Biol Fertil Soils*, 29 : pp. 354-359.
- Huttunen J.T., Vaisanen T.S., Hellsten S.K., Heikkinen M., Nykanen H., Jungner H., Niskanen A., Virtanen M.O., Lindqvist O.V., Nenonen O.S., et Martikainen P.J. (2002). Fluxes of CH₄, CO₂, and N₂O in hydroelectric reservoir Lokka and Porttipahata in the northern boreal zone in Finland. *Global Biogeochemical Cycles*, 16(1).
- Laine J. et Minkkinen K. (1996). Effect of forest drainage on the carbon balance of a mire : A case study. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 11 : pp. 307-312.
- Laine J., Silvola J., Tolonen K., Alm J., Nykanen H., Vasander H., Sallantausta T., Savolainen I., Sinisalo J., et Martikainen P.J. (1996). Effect of water-level drawdown on global climatic warming : Northern peatlands. *Ambio*, 25 : pp. 179-184.
- Lappalainen E. (1996) *Global peat resources*. Saarijärvi, Finlande, Saarijärven Offset Oy.
- Lappalainen E. et Zurek S. (1996a). Peatlands in other African countries. Dans : Lappalainen, E. (éd.). *Global peat resources*. International Peat Society, Finlande : pp. 239-242.
- Lappalainen E. et Zurek S. (1996b). Peatlands in other Asian countries. Dans : Lappalainen, E. (éd.). *Global peat resources*. International Peat Society, Finlande : pp. 209-212.
- Lappalainen E. et Zurek S. (1996c). Peatlands in central and south America. Dans : Lappalainen, E. (éd.). *Global peat resources*. International Peat Society, Finlande : pp. 279-282.
- LUSTRA (2002) : *Land use strategies for reducing net greenhouse gas emissions. Annual Report 2002*. Uppsala, Suède. <http://www.sml.slu.se/lustra/index.phtml>
- Martikainen P.J., Nykanen H., Alm J., et Silvola J. (1995). Change in fluxes of carbon dioxide, methane and nitrous oxide due to forest drainage of mire sites of different trophic. *Plant & Soil*, 169 : pp. 571-577.
- Minkinen K., Korhonen R., Savolainen I., et Laine J. (2002). Carbon balance and radiative forcing of Finnish peatlands 1900-2100 : The impact of forestry damage. *Global Change Biology*, 8 : pp. 785-799.

- Mosier A. et Kroeze C. (1999). *Contribution of agroecosystems to the global atmospheric N₂O budget : Proceedings of International workshop on reducing N₂O emission from agroecosystems*. Banff, Canada, mars 1999.
- OCDE/IUCN. (1996). *Guidelines for aid agencies for improved conservation and sustainable use of tropical and sub-tropical wetlands*. OCDE, Paris.
- Regina K., Nykänen H., Silvola J., et Martikainen P.J. (1996). Nitrous oxide production in boreal peatlands of different hydrology and nutrient status. Dans : *Northern peatlands in global climatic change : Proceedings of the international workshop*. Academy of Finland, Hyytiälä : pp. 158-166.
- Rubec C. (1996). The status of peatland resources in Canada. Dans : Lappalainen E. (éd.), *Global peat resources*, International Peat Society, Finlande : pp. 243-252.
- Smith K.A., Bouwman L., et Braatz B. (1999). Nitrous oxide : Direct emissions from agricultural soils. Background paper for IPCC Workshop on Good Practice in Inventory Preparation : Agricultural sources of methane and nitrous oxide, 24-26 février 1999, Wageningen, Pays-Bas.
- Sundh I., Nilsson M., Mikkela C., Granberg G., et Svensson B.H. (2000). Fluxes of methane and carbon dioxide on peat-mining areas in Sweden. *Ambio*, 29(8) : pp. 499-503.
- Tarnocai C., Kettles I.M., et Lacelle B. (2000). *Peatlands of Canada*. Geological Survey of Canada, Ottawa, Ont. Open File 3152 (carte).
- Umeda Y. et Inoue T. (1996). Peatlands of Japan. Dans : Lappalainen, E. (éd.), *Global peat resources*, International Peat Society, Finlande : pp. 179-182.
- Xuehui M et Yan H. (1996). Peat and peatlands in China. Dans : Lappalainen, E. (éd.). *Global peat resources*, International Peat Society, Finlande : pp. 163-168
- TERRES INONDÉES RESTANT TERRES INONDÉES*
- Dos Santos M.A. (2000). Inventário emissões de gases de efeito estufa derivadas de Hidrelétricas, thèse de doctorat, Université de Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brésil, 154 pp.
- Duchemin É. (2000). Hydroelectricity and greenhouse gases : Emission evaluation and identification of biogeochemical processes responsible for their production, thèse de doctorat, Université du Québec à Montréal, Montréal (Québec), Canada, 321 pp. (disponible en CD-ROM)
- Duchemin É. (2002a). *Greenhouse gases emissions from US reservoirs : Spot sampling in the Columbia River Basin and in the Sierra Nevada region*, Report for Environmental Fund Defense, DREXenvironment, 47 pp. (disponible en CD-ROM)
- Duchemin É., (2002b). Canadian Reservoir Database, Environment Canada/DREXenvironment, CD-ROM.
- Duchemin É., Lucotte M., Canuel R., et Chamberland A. (1995). Production of the greenhouse gases CH₄ and CO₂ by hydroelectric reservoirs of the boreal region, *Global Biogeochemical Cycles*, 9(4) : pp. 529-540.
- Duchemin É., Canuel R., Ferland P., et Lucotte M. (1999). *Étude sur la production et l'émission de gaz à effet de serre par les réservoirs hydroélectriques d'Hydro-Québec et des lacs naturels (Volet 2)*. Rapport scientifique, Direction principale Planification Stratégique, Hydro-Québec, 21046-99027c, 48 pp.
- Duchemin É., Lucotte M., Canuel R., Almeida Cruz D., Pereira H.C., Dezincourt J. et Queiroz A.G. (2000). Comparison of Greenhouse Gas Emissions from an Old Tropical Reservoir and from other Reservoirs Worldwide, *Verh. International Verein. Limnol.*, 27(3) : pp. 1391-1395.
- Duchemin É., Lucotte M., Canuel R. (2002a), CH₄ and CO₂ emissions from boreal reservoirs upon ice break-up, soumis à *Global Biogeochemical Cycles*.
- Duchemin É., Lucotte M., St-Louis V., et Canuel R. (2002b). Hydroelectric reservoirs as anthropogenic source of greenhouse gases. *World Resources Review*, 27(3).
- Fearnside P.M. (2002). Greenhouse gas emissions from a hydroelectric reservoir (Brazil's Tucuruí Dam) and the energy policy implications. *Water, Air and Soil Pollution* 133(1-4) : pp. 69-96.
- Galy-Lacaux C., Delmas R., Jambert C., Dumestre J.-F., Labroue L., Richard S., et Gosse P. (1997). Gaseous emissions and oxygen consumption in hydroelectric dams : A case study in French Guyana. *Global Biogeochemical Cycle*, 11(4) : pp. 471-483.
- Hélie, J.-F. (2003). Géochimie et flux de carbone organique et inorganique dans les milieux aquatiques de l'est du Canada : exemples du Saint-Laurent et du réservoir Robert-Bourassa – approche isotopique, thèse de doctorat, Université du Québec à Montréal, Montréal (Québec), Canada.

- Houel, S. (2002), Dynamique de la matière organique terrigène dans les réservoirs boréaux, thèse de doctorat, Université du Québec à Montréal, Montréal (Québec), Canada, 111 pp.
- Huttunen J.T., Vaisanen T.S., Hellsten S.K., Heikkinen M., Nykanen H., Jungner H., Niskanen A., Virtanen M.O., Lindqvist O.V., Nenonen O.S., et Martikainen P.J. (2002). Fluxes of CH₄, CO₂, and N₂O in hydroelectric reservoir Lokka and Porttipahata in the northern boreal zone in Finland. *Global Biogeochemical Cycles*, 16(1).
- International Commission on Large Dams (ICOLD). 1998. *World register of dams (1998)*. Paris. International Committee on large Dams. Métabase de données.
- Junk W.J. et Mello J.A.S.N. (1990). Impactos ecológicos das represas hidrelétricas na Bahia amazônica brasileira. *Estudo Avançado*, 4(8) : pp. 126-143
- Keller M. et Stallard R.F. (1994). Methane emission by bubbling from Gatun lake, Panama. *J. Geophys. Res.*, 99 (D4) : pp. 8307-8319.
- Malik L.K., Koronkevich N.I., Zaitseva I.S., et Barabanova E.A. (2000). *Development of dams in the Russian Federation and NIS Countries*, A WCD briefing paper prepared as an input to the World Commission on Dams, Cape Town, Afrique du Sud. <http://www.dams.org>
- Pinguelli Rosa L., Matvienko Sikar B., Santos M.A. dos, et Matvienko Sikar, E. (2002). *Emissões de dióxido de carbono e de metano pelos reservatórios hidroelétricos brasileiros, Relatório de referência – Inventário brasileiro de emissões antrópicas de gases de efeito de estufa*, Ministério da Ciência e Tecnologia, Brésil, 199 pp.
- Schlellhase H.U. (1994). B.C. *Hydro Strategic R&D ; Carbon project : Reservoir case study*, Powertech Labs Inc. Rapport final, pp. 1-57.
- Scott K.J., Kelly C.A., et Rudd J.W.M. (1999). The importance of floating peat to methane fluxes from flooded peatlands. *Biogeochemistry*, 47 : pp. 187-202.
- Smith L.K. et Lewis W.M. (1992), Seasonality of methane emissions from five lakes and associated wetlands of the Colorado Rockies. *Global Biogeochemical Cycles*, 6(4) : pp. 323-338
- St-Louis V., Kelly C.A., Duchemin É., Rudd J.W.M., et Rosenberg D.M. (2000). Reservoir surfaces as sources of greenhouse gases : a global estimate, *Bioscience*, 50(9) : pp. 766-775.
- Tavares de Lima I. (2002). Emissões de metano em reservatórios hidrelétricos amazônicos através de leis de potência (Methane emissions from Amazonian hydroelectric reservoirs through power laws), thèse de doctorat, Université de São Paulo, São Paulo, Brésil, 119 pp.
- US Army Corps. (1996). United States Army Corps of Engineers' national inventory of dams. Metadatabase.US Army Corps. États-Unis.
- WCD (2000), *Dams and development : A new framework for decision-making : The report of the World Commission on Dams*. Earthscan Publications Ltd, Londres et Sterling, VA, États-Unis : 356 pp.
- WCD (2001), *Dams and development : A new framework for decision-making : The report of the World Commission on Dams*. Earthscan Publications Ltd, Londres et Sterling, VA, États-Unis : 356 pp.
- Xue Y., Kovacic D.A., David M.B., Gentry L.E., Mulvaney R.L., et Lindau C.W. (1999). *In situ* measurements of denitrification in constructed wetlands. *J. Environ. Qual.*, 28 : pp. 263-269.
- Xuehui M. et Yan H. 1996. Peat and peatlands in China. Dans : Lappalainen E. (éd.), *Global peat resources*, International Peat Society, Finlande : pp. 163-168.

APPENDICE 3A.4 ÉTABLISSEMENTS : BASE D'UN FUTUR DEVELOPPEMENT METHODOLOGIQUE

- Brack C.L. (2002). Pollution mitigation and carbon sequestration by a urban forest. *Environmental Pollution*, 116 (Suppl. 1) : S195-S200.
- Nowak D.J. et Crane D.E. (2002). Carbon storage and sequestration by urban trees in the United States. *Environmental Pollution*, 116(3) : pp. 381-389.
- Nowak D.J., Rowntree R.A., McPherson E.G., Sisinni S.M., Kerkmann E.R., et Stevens J.C. (1996). Measuring and analyzing urban tree cover. *Landscape and Urban Planning*, 36 : pp. 49-57.

**MÉTHODES SUPPLÉMENTAIRES ET
RECOMMANDATIONS EN MATIÈRE
DE BONNES PRATIQUES RÉSULTANT
DU PROTOCOLE DE KYOTO**

AUTEURS ET REVISEURS

Sections 4.1 – 4.2

Auteurs principaux coordinateurs

Bernhard Schlamadinger (Autriche)
Kansri Boonpragob (Thaïlande), Henry Janzen (Canada), Werner Kurz (Canada), Rodel Lasco (Philippines), et Pete Smith (Royaume-Uni)

Auteurs principaux

Pascale Collas (Canada), El Nur Abdalla El Siddig (Soudan), Andreas Fischlin (Suisse), Mitsuo Matsumoto (Japon), Alexander Nakhutin (Russie), Ian Noble (Australie), Gêrôme Pignard (France), Zoltán Somogyi (Hongrie), et Xiao-Quan Zhang (Chine)

Auteurs

Mark Easter (États-Unis), Wojciech Galinski (Pologne), Geneviève Patenaude (États-Unis), Keith Paustian (États-Unis), et Yoshiki Yamagata (Japon)

Réviseurs

Masahiro Amano (Japon) et Eveline Trines (Pays-Bas)

Section 4.3

Auteurs principaux coordinateurs

Sandra Brown (États-Unis) et Omar Masera (Mexique)

Auteurs principaux

Vitus Ambia (Papouasie-Nouvelle-Guinée), Barbara Braatz (États-Unis), Markku Kanninen (Finlande), Thelma Krug (Brésil), Daniel Martino (Uruguay), Phanuel Oballa (Kenya), Richard Tipper (Royaume-Uni), et Jenny L. P. Wong (Malaisie)

Auteurs

Ben de Jong (Mexique) et David Shoch (États-Unis)

Réviseur

Soobaraj N. Sok Appadu (Maurice)

Table des matières

4.1	INTRODUCTION	4.9
4.1.1	Vue d'ensemble des étapes pour l'estimation et la notification d'informations supplémentaires pour des activités relevant des Articles 3.3, 3.4, 6 et 12	4.10
4.1.2	Règles générales pour la classification des superficies terrestres aux termes des Articles 3.3 et 3.4	4.13
4.1.3	Liens entre les inventaires nationaux des Parties visées à l'Annexe I et les projets UTCATF relevant de l'Article 6	4.19
4.2	METHODE POUR L'ESTIMATION, LA MESURE, LA SURVEILLANCE ET LA NOTIFICATION D'ACTIVITES UTCATF RELEVANT DES ARTICLES 3.3 ET 3.4	4.20
4.2.1	Liens entre les catégories d'utilisation des terres de la CCNUCC et les catégories d'utilisation des terres du Protocole de Kyoto (Articles 3.3. et 3.4)	4.20
4.2.2	Méthodologies générales pour l'identification, la stratification et la notification des superficies .	4.23
4.2.2.1	Prescriptions en matière de notifications.....	4.23
4.2.2.2	Méthodes de notification pour des terres faisant l'objet d'activités relevant des Articles 3.3 et 3.4	4.24
4.2.2.3	Liens entre les méthodologies du Chapitre 2 et les méthodes de notification du Chapitre 4.....	4.25
4.2.2.4	Choix de la méthode de notification	4.26
4.2.2.5	Comment identifier des terres (unités de terre) en général.....	4.27
4.2.3	Points méthodologiques généraux pour l'estimation des variations des stocks de carbone et des émissions de gaz à effet de serre sans CO ₂	4.29
4.2.3.1	Bassins à notifier	4.30
4.2.3.2	Années pour lesquelles on doit estimer les variations des stocks de carbone et les émissions de gaz à effet de serre sans CO ₂	4.31
4.2.3.3	Intervalles de notification et de mesures	4.32
4.2.3.4	Choix de la méthode.....	4.32
4.2.3.5	Exclusion des effets indirects, naturels et antérieurs à 1990	4.32
4.2.3.6	Perturbations	4.33
4.2.3.7	Variabilité interannuelle.....	4.33
4.2.4	Autres points méthodologiques généraux	4.34
4.2.4.1	Établissement de séries temporelles cohérentes	4.34
4.2.4.2	Évaluation de l'incertitude	4.36
4.2.4.3	Notification et documentation	4.39
4.2.4.4	Assurance de la qualité et contrôle de la qualité	4.50
4.2.4.5	Vérification	4.50
4.2.5	Boisement et reboisement.....	4.51
4.2.5.1	Questions de définitions et prescriptions en matière de notification.....	4.51
4.2.5.2	Choix des méthodes pour l'identification d'unités de terres faisant l'objet de boisement/reboisement anthropique direct	4.51

4.2.5.3	Choix des méthodes pour l'estimation des variations des stocks de carbone et des émissions de gaz sans CO ₂	4.54
4.2.6	Déboisement	4.56
4.2.6.1	Questions de définitions et prescriptions en matière de notification	4.56
4.2.6.2	Choix des méthodes pour l'identification d'unités de terres faisant l'objet de déboisement anthropique direct	4.57
4.2.6.3	Choix des méthodes pour l'estimation des variations des stocks de carbone et des émissions de gaz sans CO ₂	4.59
4.2.7	Gestion des forêts	4.61
4.2.7.1	Questions de définitions et prescriptions en matière de notification	4.61
4.2.7.2	Choix des méthodes pour l'identification des terres faisant l'objet d'une gestion des forêts	4.61
4.2.7.3	Choix des méthodes pour l'estimation des variations des stocks de carbone et des émissions de gaz sans CO ₂	4.64
4.2.8	Gestion des terres cultivées	4.66
4.2.8.1	Questions de définitions et prescriptions en matière de notification	4.66
4.2.8.2	Choix des méthodes pour l'identification des terres	4.68
4.2.8.3	Choix des méthodes pour l'estimation des variations des stocks de carbone et des émissions de gaz sans CO ₂	4.69
4.2.9	Gestion des pâturages	4.80
4.2.9.1	Questions de définitions et prescriptions en matière de notification	4.80
4.2.9.2	Choix des méthodes d'identification des terres	4.81
4.2.9.3	Choix des méthodes pour l'estimation des variations des stocks de carbone et des émissions de gaz sans CO ₂	4.83
4.2.10	Restauration du couvert végétal	4.85
4.2.10.1	Questions relatives aux définitions et aux prescriptions de notification	4.85
4.2.10.2	Choix des méthodes d'identification des terres	4.86
4.2.10.3	Choix des méthodes pour l'estimation des variations des stocks de carbone et des émissions de gaz sans CO ₂	4.86
4.3	PROJETS UTCATF	4.89
4.3.1	Introduction	4.89
4.3.1.1	Définition des projets et pertinence par rapport aux Articles 6 et 12	4.90
4.3.2	Périmètre du projet	4.90
4.3.2.1	Zone géographique	4.90
4.3.2.2	Limites temporelles	4.91
4.3.2.3	Activités et pratiques	4.91
4.3.3	Mesure, surveillance et estimation des variations des stocks de carbone et émissions de gaz à effet de serre sans CO ₂	4.93
4.3.3.1	Niveau de référence	4.94
4.3.3.2	Stratification des données du projet	4.95
4.3.3.3	Choix des bassins de carbone et des gaz à effet de serre sans CO ₂	4.95
4.3.3.4	Conception de l'échantillonnage	4.96
4.3.3.5	Mesures de terrain et analyse des données pour l'estimation des stocks de carbone	4.101
4.3.3.6	Estimation des variations des émissions et absorptions de gaz à effet de serre sans CO ₂ ...	4.107

4.3.3.7	Surveillance des variations des émissions et absorptions de gaz à effet de CO ₂ résultant de la mise en œuvre des projets.....	4.109
4.3.3.8	Points spécifiques pour le plan de surveillance.....	4.109
4.3.4	Assurance de la qualité/Contrôle de la qualité (AQ/CQ) de l'inventaire.....	4.111
4.3.4.1	Procédures pour assurer la fiabilité des mesures de terrain.....	4.111
4.3.4.2	Procédures pour la vérification de la collecte de données.....	4.112
4.3.4.3	Procédures pour la vérification des entrées et de l'analyse des données.....	4.112
4.3.4.4	Maintenance et stockage des données.....	4.112
Appendice 4A.1	Outil d'estimation des variations des stocks de carbone des sols associées aux changements de gestion sur les terres cultivées et les pâturages, basé sur des données par défaut du GIEC	4.113
Appendice 4A.2	Exemples d'équations allométriques pour l'estimation de la biomasse arborée aérienne et souterraine	4.114
Références		4.117

Équations

Équation 4.2.1	Émissions/absorptions annuelles du carbone des sols résultant de la gestion des terres cultivées.....	4.73
Équation 4.3.1	Estimation de la biomasse aérienne des forêts.....	4.102
Équation 4.3.2	Volume du bois mort au sol.....	4.105
Équation 4.3.3	Teneur en carbone organiques des sols.....	4.106

Figures

Figure 4.1.1	Diagramme décisionnel pour le classement d'une unité de terre aux termes de l'Article 3.3 (BRD) ou de terres aux termes de l'Article 3.4 (GF, GTC, GP et RCV) pour l'année X de la période d'engagement (2008, 2009, ..., 2012)	4.14
Figure 4.2.1	Classification des terres dans les inventaires nationaux aux termes de la CCNUCC pour un pays hypothétique pour l'année X de la période d'engagement.	4.22
Figure 4.2.2	Classification des terres pour la notification aux termes du Protocole de Kyoto pour un pays hypothétique pendant l'année X de la période d'engagement.	4.22
Figure 4.2.3	Deux méthodes de notification pour des terres faisant l'objet d'activités relevant des Articles 3.3 et 3.4	4.24
Figure 4.2.4	Diagramme décisionnel pour le choix d'une méthode de notification pour les terres faisant l'objet d'activités relevant des Articles 3.3 et 3.4.....	4.26
Figure 4.2.5	Diagramme décisionnel pour déterminer si une unité de terre correspond à un boisement/reboisement ou une restauration du couvert végétal anthropique direct.....	4.53
Figure 4.2.6	Diagramme décisionnel permettant de déterminer si une unité de terre fait l'objet d'un déboisement anthropique direct	4.59
Figure 4.2.7	Liens entre les différentes catégories de forêts	4.62
Figure 4.2.8	Diagramme décisionnel permettant de déterminer si une terre peut être considérée comme faisant l'objet d'une gestion des forêts	4.63
Figure 4.2.9	Diagramme décisionnel pour le choix du niveau approprié pour l'estimation des variations des stocks de carbone des sols minéraux des terres cultivées pour la notification aux termes du Protocole de Kyoto	4.71
Figure 4.2.10	Illustration conceptuelle de la matrice de facteurs de variation des stocks de carbone calculés pour des utilisations des terres et changements de gestion des terres pour chaque ensemble de combinaisons géophysiques (Niveau 1)	4.72
Figure 4.2.11	Représentation schématique d'une variation des stocks de carbone des sols après un changement de gestion produisant des absorptions de carbone.	4.74
Figure 4.2.12	Illustration conceptuelle de la matrice des facteurs de variation des stocks de carbone établie pour des changements d'affectation/de gestion des terres pour chaque ensemble de combinaisons biophysiques (Niveau 2).....	4.75
Figure 4.2.13	Diagramme décisionnel pour le choix du niveau approprié pour estimer la variation des stocks de carbone des sols organiques pour la notification aux termes du Protocole de Kyoto.....	4.77
Figure 4.3.1	Un exemple du lien entre le nombre de parcelles et le niveau de précision	4.97
Figure 4.3.2	Illustration du lien entre l'importance de l'Estimation minimum fiable (EMF) entre les périodes d'échantillonnage aux Point temporel 1 et Point temporel 2 et l'intervalle de confiance de 95 pour cent (lignes pleines et hachurées) autour de la teneur en carbone des sols moyenne	4.99
Figure 4.3.3	Exemple montrant comment la variation absolue en pourcentage de carbone moyen des sols (avec une confiance de 95 pour cent) pour un projet de boisement varie par rapport à l'intervalle d'échantillonnage et la taille de l'échantillon	4.100

Tableaux

Tableau 4.1.1	Résumé des activités UTCATF aux termes du Protocole de Kyoto et des règles de comptabilisation associées	4.13
Tableau 4.2.1	Lien entre les activités relevant des Articles 3.3 et 3.4 du Protocole de Kyoto et les catégories d'utilisation des terres de la Section 2.2	4.21
Tableau 4.2.2	Lien entre les méthodologies du Chapitre 2 et les méthodes de notification du Chapitre 4.....	4.26
Tableau 4.2.3	Années civiles pour lesquelles des variations des stocks de carbone doivent être notifiées (pour chaque activité et chacun des cinq bassins décrits ci-dessus), en fonction de la date du début de l'activité	4.31
Tableau 4.2.4a	Informations d'inventaires supplémentaires à communiquer avant le 1 ^{er} janvier 2007 ou un an après l'entrée en vigueur du Protocole de Kyoto pour la Partie, selon la dernière de ces dates	4.40
Tableau 4.2.4b	Informations supplémentaires à communiquer pour l'inventaire annuel des gaz à effet de serre pendant la première période d'engagement conformément aux Accords de Marrakech.	4.41
Tableau 4.2.5	Matrice de conversion des terres	4.44
Tableau 4.2.6a	Tableau pour la notification (BR/D/GF)	4.45
Tableau 4.2.6b	Tableau pour la notification (GTC/GP/RVC)	4.46
Tableau 4.2.6c	Tableau pour la notification (Projets).....	4.47
Tableau 4.2.7	Tableau récapitulatif des émissions de gaz à effet de serre par sources et des absorptions par puits par des activités relevant des Articles 3.3, 3.4 et 6 pour l'année d'inventaire.....	4.48
Tableau 4.2.8	Sections contenant des méthodologies pour l'estimation des bassins de carbone sur des terres cultivées	4.70
Tableau 4.3.1	Matrice décisionnelle illustrant les critères de choix des bassins à mesurer et surveiller dans les projets UTCATF.....	4.96
Tableau 4.3.2	Pratiques possibles de projets UTCATF susceptibles d'entraîner des émissions ou absorptions de gaz à effet de serre sans CO ₂	4.107
Tableau 4.3.3	Localisation des méthodes et données par défaut du GIEC pour l'estimation des émissions et absorptions de gaz à effet de serre sans CO ₂	4.108
Tableau 4.A.1	Équations allométriques pour l'estimation de la biomasse aérienne d'espèces à bois dur et de pins tropicales et tempérées	4.114
Tableau 4.A.2	Équations allométriques pour l'estimation de la biomasse aérienne des palmiers fréquents dans les forêts tropicales humides d'Amérique latine	4.114
Tableau 4.A.3	Exemples d'équations allométriques pour l'estimation de la biomasse aérienne de certaines espèces individuelles utilisées fréquemment dans les tropiques	4.115
Tableau 4.A.4	Équations allométriques pour l'estimation de la biomasse souterraine ou racinaire des forêts	4.116

Encadrés

Encadré 4.1.1 Exemples pour l'affectation dans le temps d'unités de terres à des activités relevant de l'Article 3.3 et des terres à des activités relevant de l'Article 3.4	4.17
Encadré 4.2.1 Exemple de cohérence en matière de pratiques de gestion	4.35
Encadré 4.2.2 Liens.....	4.54
Encadré 4.2.3 Liens.....	4.55
Encadré 4.2.4 Liens.....	4.57
Encadré 4.2.5 Liens.....	4.60
Encadré 4.2.6 Liens.....	4.64
Encadré 4.2.7 Liens.....	4.65
Encadré 4.2.8 Exemple de superficies faisant l'objet d'une gestion des terres cultivées en 1990 et pendant la période d'engagement (comptabilisation net net).....	4.67
Encadré 4.2.9 Liens.....	4.69
Encadré 4.2.10 Liens.....	4.70
Encadré 4.2.11 Exemples d'effets possibles des variations des stocks de carbone sur les émissions de gaz sans CO ₂	4.80
Encadré 4.2.12 Liens.....	4.82
Encadré 4.2.13 Liens.....	4.83
Encadré 4.2.14 Liens.....	4.86
Encadré 4.2.15 Liens.....	4.87
Encadré 4.3.1 Projets de boisement ou reboisement.....	4.91
Encadré 4.3.2 Projets de gestion des terres cultivées : conversion d'un travail du sol classique à une absence de travail du sol en Agriculture.....	4.92
Encadré 4.3.3 Projet de gestion des forêts : exploitation forestière à impact réduit	4.92
Encadré 4.3.4 Projets d'amélioration des forêts : plantation d'enrichissement dans les forêts exploitées ou les forêts de croissance secondaire.....	4.92
Encadré 4.3.5 Recommandations sur l'estimation des émissions de gaz à effet de serre par des sources mobiles.....	4.109
Encadré 4.3.6 Surveillance des projets faisant intervenir un grand nombre de petits propriétaires fonciers.....	4.110

4.1 INTRODUCTION

Ce chapitre décrit les méthodes supplémentaires et les recommandations en matière de *bonnes pratiques* associées spécifiquement aux activités liées à l'utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie (UTCATF) dans le Protocole de Kyoto et examine en détail les prescriptions et méthodologies pour la mesure, l'estimation et la notification des activités relevant de l'Article 3.3, et de l'Article 3.4 (si celles-ci sont prises en compte par une Partie). Ces méthodes supplémentaires et recommandations s'appliquent en général aux Parties visées à l'Annexe B du Protocole de Kyoto qui ont ratifié le Protocole. Ce chapitre contient également des recommandations en matière de *bonnes pratiques* pour des projets UTCATF mis en œuvre par des Parties visées à l'Annexe B (projets de l'Article 6) et des projets de boisement/reboisement mis en œuvre par des Parties non visées à l'Annexe B du Protocole de Kyoto (Article 12, projets liés au Mécanisme pour un développement propre ou MDP), voir Section 4.3.¹

Conformément au Protocole de Kyoto, les Parties doivent notifier les émissions par sources et les absorptions par puits de CO₂ et autres gaz à effet de serre résultant des activités UTCATF relevant de l'Article 3.3, à savoir le boisement (B), reboisement (R) et déboisement (D), qui ont eu lieu depuis 1990. Elles doivent aussi notifier toute activité anthropique prise en compte relevant de l'Article 3.4, qui peut être : gestion des forêts, restauration du couvert végétal, gestion des terres cultivées et gestion des pâturages.² Pour la période d'engagement, outre leurs notifications annuelles des émissions de gaz à effet de serre par sources et des absorptions par puits, les Parties doivent présenter annuellement des données supplémentaires associées au secteur UTCATF aux termes du Protocole de Kyoto et des accords de Marrakech pour respecter leurs engagements de limitation et de réduction des émissions.³ Toutefois, l'obligation de notification annuelle n'entraîne pas la nécessité de mesures annuelles. Les Parties sont supposées établir des systèmes associant des mesures, des modèles et d'autres outils qui permettront une notification annuelle.

¹On suppose que le lecteur est familier avec les Articles 3.3, 3.4, 3.7, 6 et 12 du Protocole de Kyoto (<http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.pdf>).

² Les prescriptions liées au secteur UTCATF sont présentées au paragraphe 1 de l'Annexe du projet de décision -/CMP.1, Utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie) figurant dans le document FCCC/CP/2001/13/Add.1, p.58 : « Boisement » est la conversion anthropique directe en terres forestières de terres qui n'avaient pas porté de forêts pendant au moins cinquante ans par plantation, ensemencement et/ou promotion par l'homme d'un ensemencement naturel.

« Reboisement » est la conversion anthropique directe de terres non forestières en terres forestières par plantation, ensemencement et/ou promotion par l'homme d'un ensemencement naturel sur des terrains qui avaient précédemment porté des forêts mais qui ont été convertis en terres non forestières. Pour la première période d'engagement, les activités de reboisement seront limitées au seul reboisement de terres qui ne portaient pas de forêts à la date du 31 décembre 1989.

« Déboisement » est la conversion anthropique directe de terres forestières en terres non forestières.

« Restauration du couvert végétal » désigne des activités humaines directes visant à accroître les stocks de carbone par la plantation d'une végétation couvrant une superficie minimale de 0,05 hectare et ne répondant pas aux définitions du boisement et de reboisement données ici.

« Gestion des forêts » est un ensemble d'opérations effectuées pour administrer et exploiter les forêts de manière à ce qu'elles remplissent durablement certaines fonctions écologiques (y compris la préservation de la diversité biologique), économiques et sociales pertinentes.

« Gestion des terres cultivées » est un ensemble d'opérations effectuées sur des terres où l'on pratique l'agriculture et sur des terres qui font l'objet d'un gel ou ne sont temporairement pas utilisées pour la production de cultures.

« Gestion des pâturages » est un ensemble d'opérations qui visent à agir sur le volume et les caractéristiques de la production (fourrage et bétail).

³ Paragraphe 5 de l'Annexe au projet de décision -/CMP.1 (Article 7) contenu dans le document FCCC/CP/2001/13/Add.3, p.22 : *Chaque Partie visée à l'Annexe I inclut dans son inventaire annuel des gaz à effet de serre des informations sur les émissions anthropiques par les sources et les absorptions anthropiques par les puits de gaz à effet de serre résultant des activités liées à l'utilisation des terres, au changement d'affectation des terres et à la foresterie prévues au paragraphe 3 de l'Article 3, et, le cas échéant sur les activités prises en compte au titre du paragraphe 4 de l'Article 3, conformément aux dispositions du paragraphe 2 de l'Article 5, telles que développées dans tout guide des bonnes pratiques qui pourra être adopté conformément aux décisions pertinentes de la CDP/RDP sur l'utilisation des terres, le changement d'affectation des terres et la foresterie. Les estimations des émissions fournies au titre des paragraphes 3 et 4 de l'Article 3 devront être clairement dissociées des émissions anthropiques provenant des sources énumérées à l'Annexe A du Protocole de Kyoto. Lorsqu'elle notifiera les informations demandées ci-dessus, chaque Partie visée à l'Annexe I notifie les éléments obligatoires précisés aux paragraphes 6 à 9 ci-après, en tenant compte des valeurs retenues conformément au paragraphe 16 de l'annexe de la décision -/CMP.1, Utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie. La note de bas de page pour le mot « annuel » dans la première phrase précise : On reconnaît, dans les Lignes directrices révisées du GIEC (1996), que les modalités actuelles d'utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie n'entraînent pas en toute circonstance l'obligation de rassembler annuellement des données aux fins de l'établissement d'inventaires annuels reposant sur une base scientifique solide.*

Paragraphe 3 de l'Article 7 du Protocole de Kyoto : *Chacune des Parties visées à l'Annexe I communique les informations requises au titre du paragraphe 1 ci-dessus chaque année, en commençant par le premier inventaire qu'elle est tenue d'établir en vertu de la Convention pour la première année de la période d'engagement qui suit l'entrée en vigueur du présent Protocole à son égard [...].*

Liens entre la notification aux termes de la CCNUCC et du Protocole de Kyoto :

Les informations qui doivent être notifiées aux termes du Protocole de Kyoto sont supplémentaires à celles notifiées aux termes de la Convention. Les pays ne sont pas tenus de présenter deux inventaires séparés, mais doivent fournir des informations supplémentaires aux termes du Protocole de Kyoto, dans le rapport d'inventaire.⁴

En pratique, le processus de compilation des données de notification sera déterminé par les circonstances nationales, et en particulier, par les modalités techniques des systèmes de comptabilisation du carbone établis par chaque pays. On peut, par exemple, commencer par l'inventaire de la CCNUCC (avec les données spatiales supplémentaires requises pour la notification aux termes du Protocole de Kyoto) puis le développer pour établir l'inventaire du Protocole de Kyoto, ou bien utiliser un système générateur d'informations pour les deux types de notification.

Exemple : dans le cas d'une Partie qui a pris en compte une gestion des terres cultivées relevant de l'Article 3.4 et prépare son inventaire CCNUCC pour les terres cultivées conformément à la Section 3.3 du présent rapport, il est utile d'utiliser la stratification par limites géographiques (Section 4.2.2) à cet effet. Lors de la préparation d'informations supplémentaires à notifier aux termes du Protocole de Kyoto, la Partie délimitera les superficies des terres cultivées aux termes de la CCNUCC qui étaient initialement des forêts (Section 3.3.2, Terres converties en terres cultivées), les notifiera dans la catégorie déboisement relevant de l'Article 3.3, et notifiera les autres terres cultivées relevant de l'Article 3.4.

Le présent chapitre examine d'autres prescriptions en matière d'estimation et de notification nécessaires pour la comptabilisation aux termes du Protocole de Kyoto. Cependant, il n'examine pas les règles de comptabilisation convenues dans le Protocole de Kyoto et les Accords de Marrakech (telles que les plafonds, la comptabilisation net net⁵ et autres dispositions spécifiques associées à la comptabilisation). En effet la comptabilisation relève de la politique et n'entre pas dans le champ de la requête au GIEC. L'estimation renvoie aux modes de calculs des estimations de l'inventaire, à la notification dans les tableaux ou à d'autres formats standard utilisés pour communiquer les données d'inventaires. La comptabilisation renvoie à l'utilisation des informations pour évaluer la conformité avec les engagements aux termes du Protocole.

Les Accords de Marrakech font référence aux terres de deux façons, et les termes utilisés ont été adoptés ici :

- *Unités de terres* désigne des superficies faisant l'objet d'activités relevant de l'Article 3.3, à savoir le boisement, le reboisement et le déboisement, et
- *Terres* désigne des superficies faisant l'objet d'activités définies relevant de l'Article 3.4, à savoir la gestion des forêts, gestion des terres cultivées, gestion des pâturages, et régénération du couvert végétal.

4.1.1 Vue d'ensemble des étapes pour l'estimation et la notification d'informations supplémentaires pour des activités relevant des Articles 3.3, 3.4, 6 et 12

Cette section présente une vue d'ensemble des étapes requises pour estimer, mesurer, surveiller et notifier les variations des stocks de carbone et les émissions et absorptions de gaz à effet de serre sans CO₂ aux termes des Articles 3.3, 3.4, 6 et 12 conformément au Protocole de Kyoto. Des méthodes détaillées et des recommandations en matière de *bonnes pratiques* pour chaque activité individuelle sont présentées aux Sections 4.2 et 4.3.

ÉTAPE 1 : Définition de la « forêt », application des définitions aux circonstances nationales, établissement de conditions de priorité et/ou d'une hiérarchie pour certaines activités relevant de l'Article 3.4.

ÉTAPE 1.1 : Choisir les valeurs numériques pour la définition de la « forêt ».⁶

⁴ Paragraphe 1 de l'Article 7 du Protocole de Kyoto : *Chacune des Parties visées à l'Annexe I fait figurer dans son inventaire annuel [...] les informations supplémentaires qui sont nécessaires pour s'assurer que les dispositions de l'Article 3 sont respectées.*

Paragraphe 2 de l'Article 7 du Protocole de Kyoto : *Chacune des Parties visées à l'Annexe I fait figurer dans la communication nationale qu'elle établit conformément à l'Article 12 de la Convention les informations supplémentaires qui sont nécessaires pour faire la preuve qu'elle s'acquitte de ses engagements au titre du présent Protocole.*

⁵ Comptabilisation net net renvoie aux dispositions du paragraphe 9 de l'Annexe du projet de décision -/CMP.1, Utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie) contenu dans le document FCCC/CP/2001/13/Add.1, p.59-60.

⁶ Selon les Accords de Marrakech, une « forêt » est une terre d'une superficie minimale comprise entre 0,05 et 1 hectare portant des arbres dont le houppier couvre plus de 10 à 30 pour cent de la surface (ou ayant une densité de peuplement équivalente) et qui peuvent atteindre à maturité une hauteur minimale de 2 à 5 mètres. Une forêt peut être constituée soit de formations denses dont les divers étages et les sous-bois couvrent une forte proportion du sol, soit de formations claires. Les jeunes peuplements naturels et toutes les plantations dont le houppier ne couvre pas encore 10-30 pour cent de la superficie ou qui n'atteignent pas encore une hauteur de 2 à 5 mètres sont classés dans la catégorie des forêts, de même que les espaces faisant normalement partie des terres forestières qui sont temporairement déboisées par suite d'une intervention humaine telle que l'abattage ou de

D'ici fin 2006, les Parties doivent choisir leurs paramètres pour la définition de la forêt, à savoir qu'elles doivent choisir la superficie minimum (0,05 à 1 ha), le couvert vertical au sol à maturité minimum (10 à 30 pour cent), et la hauteur d'arbre à maturité minimum (2 à 5 m). Les superficies qui satisfont à ces critères sont considérées comme des forêts, tout comme les forêts récemment perturbées ou les jeunes forêts qui devraient atteindre ces seuils de paramètres. Les valeurs numériques de ces paramètres ne peuvent pas être modifiées pendant la période d'engagement. Dans sa notification, chaque Partie doit démontrer que ces valeurs sont compatibles avec celles communiquées par le passé à l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture ou à d'autres organismes internationaux, et, si elles diffèrent, expliquer pourquoi et comment ces valeurs ont été choisies.

Outre la superficie minimum des forêts, conformément aux *bonnes pratiques*, les pays devront spécifier la largeur minimum qu'ils appliqueront pour la définition de la forêt et les unités de terres faisant l'objet d'activités de boisement/reboisement/déboisement, comme expliqué à la Section 4.2.2.5.1.

ÉTAPE 1.2 : Appliquer les définitions aux circonstances nationales.

D'ici fin 2006, les Parties doivent déterminer et notifier, le cas échéant, les activités relevant de l'Article 3.4 prises en compte (gestion des forêts, gestion des terres cultivées, gestion des pâturages et/ou régénération du couvert forestier). Pour chaque activité prise en compte, les *bonnes pratiques* consistent à documenter comment les définitions seront appliquées aux circonstances nationales et à dresser la liste des critères qui déterminent dans quelle catégorie d'activité une terre sera affectée. Ces critères devront être choisis de façon à limiter ou prévenir le double comptage et devront être conformes aux recommandations du diagramme décisionnel à la Figure 4.1.1 à la Section 4.1.2.

ÉTAPE 1.3 : Établir des conditions de priorité et/ou une hiérarchie parmi les activités prises en compte relevant de l'Article 3.4.

Dans les cas où il peut y avoir double comptage, conformément aux *bonnes pratiques*, le pays spécifiera ses conditions de priorité et/ou une hiérarchie parmi les activités relevant de l'Article 3.4 avant la période d'engagement, plutôt qu'au cas par cas. Si une terre, par exemple, peut être dans la gestion des terres cultivées et dans la gestion des forêts (comme dans le cas d'un système agroforestier), les *bonnes pratiques* consisteront à mettre en œuvre avec cohérence le programme de conditions de priorité et/ou hiérarchie⁷ spécifié pour décider dans quel groupe d'activités la terre devra être notifiée.

ÉTAPE 2 : Identifier les terres faisant l'objet d'activités relevant de l'Article 3.3 et toutes activités prises en compte relevant de l'Article 3.4.

La seconde étape de l'évaluation de l'inventaire consiste à déterminer les superficies sur lesquelles les activités ont eu lieu depuis 1990 (et pour lesquelles des émissions et absorptions doivent être calculées). Cette étape est basée sur les méthodes décrites au Chapitre 2.

ÉTAPE 2.1 : Compiler des informations sur l'utilisation des terres et la couverture terrestre en 1990 pour les activités pertinentes.

A partir de la définition choisie pour les forêts, établir des moyens pour déterminer des superficies forestières et non forestières en 1990. On peut le faire avec une carte identifiant toutes les superficies considérées comme des forêts au 1^{er} janvier 1990. On peut ensuite déterminer toutes les activités de changement d'affectation des terres liées aux forêts depuis 1990 par référence à cette carte (voir Section 4.2.2.2, Méthodes de notification pour les terres faisant l'objet d'activités relevant des Articles 3.3 et 3.4).

ÉTAPE 2.2 : Stratifier le pays en zones terrestres pour lesquelles les limites géographiques seront notifiées, ainsi que la superficie des unités de terres aux termes de l'Article 3.3 et/ou les superficies terrestres aux termes de l'Article 3.4 dans ces limites géographiques (voir Section 4.2.2.4). On peut omettre cette étape si on utilise la Méthode de notification 2 (voir Section 4.2.2.2).

ÉTAPE 2.3 : Identifier des unités de terres qui, depuis 1990, font l'objet d'activités définies à l'Article 3.3, et estimer la superficie totale de ces unités de terres dans chaque limite géographique. Avec la Méthode de Notification 2 (Section 4.2.2.2) l'estimation de la superficie des unités de terres sera effectuée individuellement pour chaque unité.

L'Article 3.3 du Protocole de Kyoto stipule que les variations nettes des stocks de carbone et les émissions de gaz à effet de serre sans CO₂ pendant la période d'engagement sur les superficies faisant l'objet de boisement (B) (voir Note de bas de page antérieure), reboisement (R) et déboisement (D) depuis 1990 soient utilisées pour satisfaire aux engagements aux termes de l'Article 3. Les Accords de Marrakech demandent aux Parties d'estimer la superficie des unités de terres ayant fait l'objet de boisement, reboisement et/ou déboisement dans les limites mentionnées à l'ÉTAPE 2.2 ci-dessus (pour des informations plus détaillées, voir les Sections 4.2.2.2, 4.2.5 et 4.2.6).

ÉTAPE 2.4 : Identifier les superficies faisant l'objet d'activités prises en compte relevant de l'Article 3.4, et estimer la superficie totale de ces superficies dans chaque limite géographique. Avec la Méthode de notification

phénomènes naturels mais qui devraient redevenir des forêts. Voir paragraphe 1(a) dans l'Annexe du projet de décision -/CMP.1, Utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie, contenu dans le document FCCC/CP/2001/13/Add.1, p.58.

⁷ Par exemple, « priorité est donnée à l'activité dominante », ou « priorité est donnée à la gestion des terres cultivées ».

2 (Section 4.2.2.2) l'estimation sera effectuée individuellement pour chaque superficie faisant l'objet d'activités prises en compte relevant de l'Article 3.4.

Pour la gestion des forêts (GF), si elle est prise en compte, chaque Partie doit identifier la superficie faisant l'objet d'une gestion des forêts pour chaque année d'inventaire de la période d'engagement. Une Partie peut interpréter la définition de la gestion des forêts en termes de pratiques de gestion des forêts spécifiques, telles que la suppression des feux, les récoltes ou les coupes d'éclaircissement mises en œuvre depuis 1990. Un pays peut aussi interpréter la définition de la gestion des forêts en termes de grande classification des terres faisant l'objet d'un ensemble de pratiques de gestion des forêts, sans nécessité de mise en œuvre d'une pratique de gestion des forêts spécifique sur chaque terre (pour des informations plus détaillées, voir les Sections 4.2.2.2 et 4.2.7).⁸

Pour la gestion des terres cultivées (GC), la gestion des pâturages (GP) ou la régénération du couvert végétal (RC), on doit déterminer la superficie faisant l'objet de ces activités pour une année d'inventaire pendant la période d'engagement. Comme expliqué plus en détail aux Sections 4.2.8 – 4.2.10, on devra aussi déterminer la superficie faisant l'objet de la même activité en 1990 (ou l'année de référence applicable), car on doit connaître les variations des stocks de carbone et les émissions des gaz à effet de serre sans CO₂ sur cette superficie en 1990 pour appliquer les règles de comptabilisation net net des Accords de Marrakech (voir Section 4.2.8.1.1).

ÉTAPE 2.5 : Identifier les superficies faisant l'objet de projets relevant de l'Article 6.

Certaines unités de terres aux termes de l'Article 3.3 ou des terres aux termes de l'Article 3.4 peuvent aussi être des projets relevant de l'Article 6 du Protocole de Kyoto. Elles doivent être notifiées aux termes de l'Article 3.3 ou de l'Article 3.4 (si l'activité pertinente a été prise en compte). Ces unités de terres ou ces terres doivent être aussi délimitées et les variations des stocks de carbone et les émissions de gaz à effet de serre sans CO₂ doivent être notifiées séparément dans le cadre de la notification du projet (voir Section 4.3). Les liens entre l'estimation et la notification des activités relevant des Articles 3.3 et 3.4, et des projets relevant de l'Article 6, sont examinés à la Section 4.1.3.

ÉTAPE 3 : Estimer les variations des stocks de carbone et les émissions de gaz à effet de serre sans CO₂ sur les terres identifiées à l'Étape 2 ci-dessus.

Cette étape est basée sur les méthodologies décrites au Chapitre 3 du présent rapport, Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur CATF, et présente des méthodologies supplémentaires pertinentes pour la notification des variations des stocks de carbone et des émissions de gaz à effet de serre sans CO₂ conformément au protocole de Kyoto.

ÉTAPE 3.1 : Estimer les variations des stocks de carbone et des émissions de gaz à effet de serre sans CO₂ pour chaque année de la période d'engagement, sur toutes les superficies faisant l'objet de boisement, reboisement ou déboisement (identifiées à l'ÉTAPE 2.3) et toutes les superficies faisant l'objet d'activités prises en compte relevant de l'Article 3.4 (identifiées à l'ÉTAPE 2.4), tout en vérifiant qu'il n'y a ni omissions ni double comptage.

L'estimation des variations des stocks de carbone et des émissions de gaz à effet de serre sans CO₂ pour une activité commence avec le démarrage de l'activité ou le début de la période d'engagement, la date la plus tardive étant retenue. Pour des informations plus complètes sur le début d'une activité, voir la Section 4.2.3.2, Années pour lesquelles on estimera les variations des stocks de carbone et les émissions de gaz à effet de serre sans CO₂.

ÉTAPE 3.2 : Estimer les variations des stocks de carbone et les émissions de gaz à effet de serre sans CO₂ des projets relevant de l'Article 6 (voir Section 4.3.3, Mesure, surveillance et estimation des variations des stocks de carbone et des émissions de gaz à effet de serre sans CO₂).

Pour des projets relevant de l'Article 12 :

ÉTAPE 1 : **Identifier les superficies** (des informations détaillées figurent à la Section 4.3.2, Périmètre du projet).

ÉTAPE 2 : **Estimer les variations des stocks de carbone et les émissions de gaz à effet de serre sans CO₂** (des informations détaillées figurent à la Section 4.3.3, Mesure, surveillance et estimation des variations des stocks de carbone et des émissions de gaz à effet de serre sans CO₂).

Le Tableau 4.1.1 présente une vue d'ensemble des activités UTCATF dans le Protocole de Kyoto, et des règles de comptabilisation prescrites par les Accords de Marrakech. Ces informations sont résumées ici car elles ont des répercussions pour les prescriptions d'estimation et de notification supplémentaires aux termes du Protocole de Kyoto.

⁸ Des problèmes potentiels liés à une comptabilisation déséquilibrée résultant de l'inclusion de la gestion des forêts et de la restauration du couvert végétal sont examinés dans le Rapport du GIEC sur les *Définitions et Options méthodologiques pour inventorier et notifier les émissions résultant de la dégradation des forêts et la destruction d'autres types de végétation directement imputables à l'homme*.

Activités	Comptabilisation net net ⁹	Scénario de référence	Plafond pour les crédits ¹⁰
Article 3.3 (Boisement, Reboisement, Déboisement)	Non	Non	Non
Article 3.4 (Gestion des forêts)	Non	Non	Oui
Article 3.4 (toutes les autres)	Oui	Non	Non
Article 6	Non	Oui	Oui pour la gestion des forêts
Article 12 (Mécanisme pour un développement propre)	Non	Oui	Oui

4.1.2 Règles générales pour la classification des superficies terrestres aux termes des Articles 3.3 et 3.4

Le Chapitre 2, Base d'une représentation cohérente des superficies terrestres) décrit les méthodes pour classer et représenter les superficies associées aux activités dans le secteur UTCATF. Ceci constitue la base des recommandations en matière de *bonnes pratiques* du Chapitre 4 pour l'identification de toutes les terres pertinentes, pour la notification aux termes du Protocole de Kyoto et pour la prévention du risque de double comptage des terres. Conformément aux *bonnes pratiques*, on utilisera le diagramme décisionnel à la Figure 4.1.1 pour chaque année de la période d'engagement pour :

- différencier entre les activités de boisement et reboisement, déboisement, gestion des forêts, gestion des terres cultivées, gestion des pâturages et régénération du couvert végétal, relevant des Articles 3.3 et 3.4, et pour éliminer les risques de double comptage et d'omission ; et pour
- affecter des terres à une seule activité à n'importe quel point temporel (pour chaque année de la période d'engagement 2008-2012). Ceci est nécessaire en raison des changements d'affectation des terres possibles qui peuvent donner lieu à un double comptage des unités de terres/terres relevant des Articles 3.3 et/ou 3.4. D'autres recommandations sur le traitement de cette évolution de l'utilisation des terres dans le temps figurent dans les exemples de l'Encadré 4.1.1 à la fin de la présente section.

Le diagramme décisionnel à la Figure 4.1.1 est basé sur les définitions des Accords de Marrakech (AM) et identifie une seule activité pour une année X donnée de la période d'engagement dans laquelle la terre devra être notifiée. Le diagramme décisionnel reconnaît qu'une superficie donnée pourrait être notifiée dans différentes catégories d'activités dans le temps, sous réserve de certaines conditions expliquées ci-dessous. Le diagramme décisionnel doit être appliqué annuellement pendant la période d'engagement afin de mettre à jour l'affectation des terres par activités, et de tenir compte de l'évolution de l'utilisation des terres qui a pu se produire. Ceci peut être fait par un suivi annuel des terres ou par interpolation.

Le diagramme décisionnel à la Figure 4.1.1 comprend deux parties principales. Si une unité de terre a fait l'objet d'une activité de boisement, reboisement ou déboisement depuis 1990, et si, en outre, une Partie a pris en compte une ou plusieurs activités relevant de l'Article 3.4, on doit répondre aux questions de la partie de droite pour déterminer si la terre a aussi fait l'objet d'une activité prise en compte relevant de l'Article 3.4 (classification secondaire). Cette démarche est nécessaire pour satisfaire aux besoins de notification des Accords de Marrakech¹¹ et pour s'assurer qu'il n'y a pas double comptage (qui pourrait se produire en l'absence d'énumération complète). D'autres diagrammes décisionnels plus détaillés permettant de déterminer si une terre ou une unité de terre fait l'objet d'activités spécifiques figurent aux Sections 4.2.5 - 4.2.10.

⁹ La comptabilisation net net renvoie aux dispositions du paragraphe 9 de l'Annexe du projet de décision-/CMP.1, Utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie, contenu dans le document FCCC/CP/2001/13/Add.1, p.59-60.

¹⁰ Voir les paragraphes 10 à 12 et 14 de l'Annexe du projet de décision -/CMP.1, Utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie, contenu dans le document FCCC/CP/2001/13/Add.1, p.60-61.

¹¹ Paragraphe 6 (b), point d'énumération (ii) dans l'Annexe du projet de décision -/CMP.1 (Article 7), contenu dans le document FCCC/CP/2001/13/Add.3, p.22 :

6. Les informations de caractère général qui devront être communiquées au sujet des activités relevant du paragraphe de l'Article 3, et de toute activité prise en compte en vertu du paragraphe 4 de l'Article 3, sont notamment les suivantes:

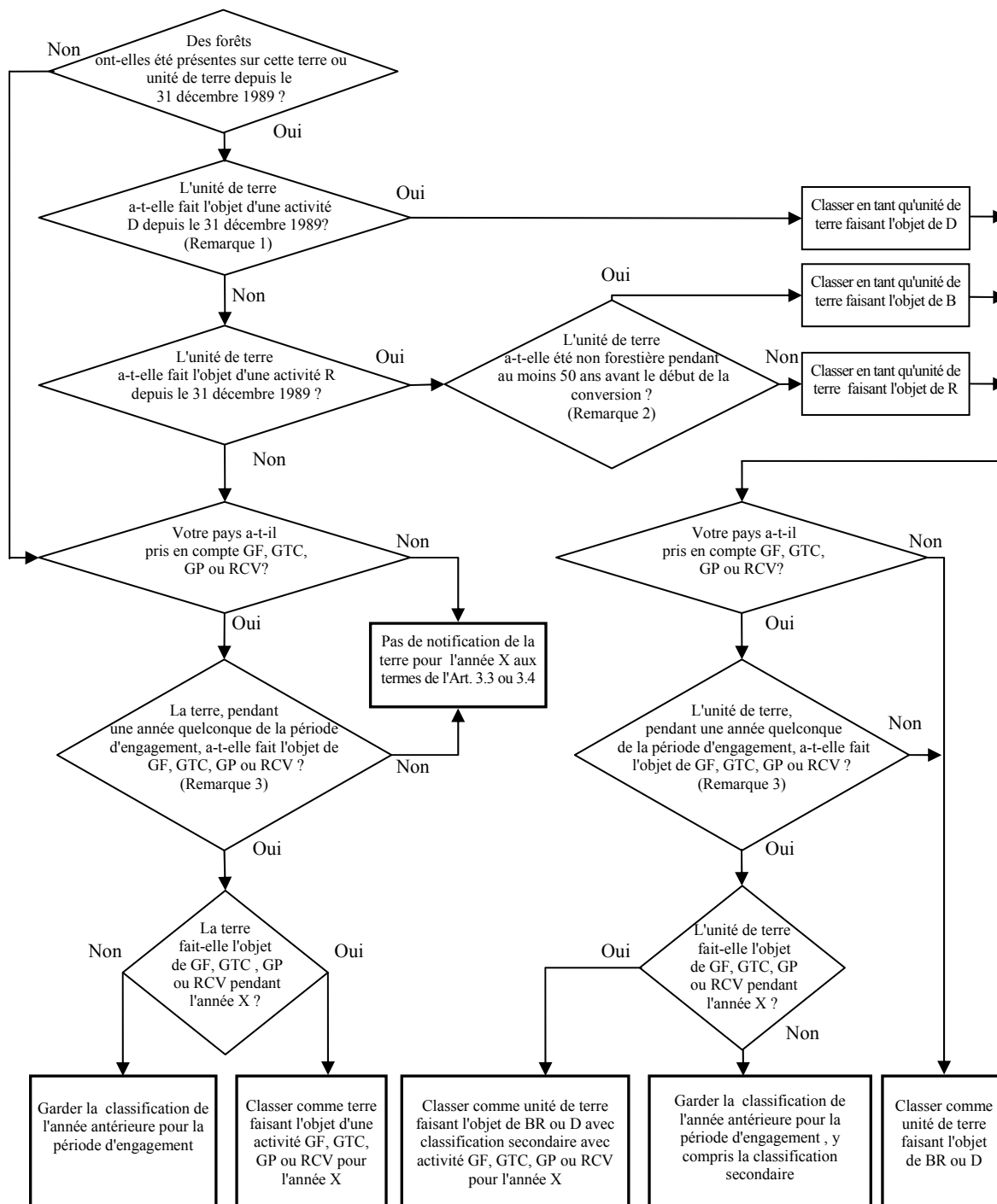
[...] (b) Le lieu géographique des limites des superficies qui englobent :

(i) Les unités de terres faisant l'objet d'activités relevant du paragraphe 3 de l'Article 3 ;

(ii) Les unités de terres faisant l'objet d'activités relevant du paragraphe 3 de l'Article 3, qui, autrement seraient englobées dans les terres faisant l'objet d'activités prises en compte en vertu du paragraphe 4 de l'Article 3, au sens des dispositions du paragraphe 8 de l'annexe de la décision -/CMP.1 Utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie ; et

(iii) Les terres faisant l'objet d'activités prises en compte en vertu du paragraphe 4 de l'Article 3.

Figure 4.1.1 Diagramme décisionnel pour le classement d'une unité de terre aux termes de l'Article 3.3 (BRD) ou de terres aux termes de l'Article 3.4 (GF, GTC, GP et RCV) pour l'année X de la période d'engagement (2008, 2009, ..., 2012)



Remarque 1 : Même si elle fait l'objet d'une activité BR auparavant.

Remarque 2 : La distinction entre B et R est souvent non pertinente, en particulier si la même méthodologie s'applique. Mais quelquefois elles peuvent être différentes au niveau du taux et de la tendance de la variation des stocks de carbone des sols et de la litière.

Remarque 3 : Utiliser ce test uniquement pour les activités prises en compte par votre pays.

Abréviations utilisées dans le diagramme :

BR	Boisement//Reboisement	D	Déboisement	GF	Gestion des forêts
GTC	Gestion des terres cultivées	GP	Gestion des pâturages	RCV	Restauration du couvert végétal

La partie de gauche s'applique aux terres qui sont notifiées aux termes de l'Article 3.4, et doit être vérifiée par les Parties qui ont pris en compte une ou plusieurs activités relevant de l'Article 3.4. Ceci est nécessaire pour savoir si une terre a fait l'objet d'une activité relevant de l'Article 3.4, et pour déterminer quelle activité relevant de l'Article 3.4 (si elle a été prise en compte) a été appliquée à la terre récemment. Si une terre a fait l'objet de plusieurs activités relevant de l'Article 3.4 au cours des années, conformément aux *bonnes pratiques*, on classera cette terre dans une seule catégorie relevant de l'Article 3.4. Par conséquent, conformément aux *bonnes pratiques*, les pays devront établir une hiérarchie pour les activités de gestion des forêts, gestion des terres cultivées, gestion des pâturages et restauration du couvert végétal et, dans le cadre des définitions des Accords de Marrakech, établir des critères qui permettront d'affecter les terres à une seule catégorie (voir la Section 4.1.1, Vue d'ensemble, ÉTAPE 1.3). Dans le cas, par exemple, d'une terre sur laquelle sont pratiquées l'agriculture et la foresterie, la terre pourrait être affectée à la gestion des forêts et à la gestion des terres cultivées ou gestion des pâturages. Les *bonnes pratiques* consistent à affecter la terre conformément à des règles spécifiques, pré-établies plutôt qu'au cas par cas. Les définitions dans les Accords de Marrakech signifient que

- La gestion des forêts ne peut avoir lieu que sur des terres qui satisfont à la définition des forêts ;
- La restauration du couvert végétal ne peut se produire que lorsque les terres sont des forêts, ni avant ni après la transition (sinon il s'agirait de boisement, reboisement ou gestion des forêts) ; et
- La gestion des pâturages et des terres cultivées peut avoir lieu sur des terres forestières et non forestières, mais, en pratique, sera le plus souvent sur des terres non forestières. Toute terre forestière faisant l'objet d'une gestion des pâturages ou des terres cultivées peut faire l'objet d'une activité de déboisement.

En ce qui concerne le lien entre la gestion des forêts d'une part, et la gestion des terres cultivées/pâturages d'autre part, les pays ont deux options : 1) les *bonnes pratiques* consistent à interpréter la définition de la gestion des forêts de façon à inclure toutes les forêts gérées, y compris celles qui font aussi l'objet d'une gestion des terres cultivées et des pâturages. Dans ce cas, toutes les terres faisant l'objet d'une gestion des pâturages ou des terres cultivées devraient être nécessairement des terres non forestières. 2) Une autre possibilité, conforme aux *bonnes pratiques*, consiste à utiliser des critères pré-établis autres que « terre forestière/non-forestière » pour déterminer si une superficie fait l'objet d'une gestion des forêts ou d'une gestion des pâturages/terres cultivées. Dans ce cas, certaines terres forestières peuvent être incluses dans la catégorie de gestion des terres cultivées ou des pâturages.

On doit veiller particulièrement à prévenir le risque de double comptage et d'omission pour les terres faisant l'objet d'une restauration du couvert végétal (si cette activité est prise en compte) qui pourraient être incluses dans la catégorie de gestion des terres cultivées, gestion des pâturages ou potentiellement gestion des forêts (si cette activité est prise en compte).

On notera également :

- Le diagramme décisionnel à la Fig. 4.1.1 ne suffit pas pour identifier toutes les terres qui entrent dans chaque catégorie d'activité. Pour la notification de ces terres, les *bonnes pratiques* consistent à suivre les recommandations méthodologiques intitulées « Identification des terres » à la Section générale 4.2.2, et aux sections spécifiques aux activités sur l'identification des terres (Sections 4.2.5.1, 4.2.6.1, 4.2.7.1, 4.2.8.1, 4.2.9.1 et 4.2.10.1).
- Pour la première période d'engagement, l'Article 3.3 s'applique aux terres faisant l'objet d'une activité de boisement, reboisement ou déboisement à n'importe quel moment entre le 1^{er} janvier 1990 et le 31 décembre 2012.
- Pour la notification pendant la période d'engagement, l'Article 3.4 s'applique aux terres faisant l'objet d'une activité de gestion des forêts, gestion des terres cultivées et gestion des pâturages, prise en compte, pendant la période d'engagement^{12,13}. L'Article 3.4 s'applique également aux terres faisant l'objet d'une activité de restauration du couvert végétal résultant d'activités anthropiques directes depuis le 1^{er} janvier 1990.¹⁴

¹²Réciproquement, pour la notification pour l'année de référence, l'Article 3.4 s'applique aux terres qui ont fait l'objet d'une activité de gestion des terres cultivées, gestion des pâturages ou de restauration du couvert végétal, prise en compte pendant l'année de référence.

¹³La raison étant que si une terre a fait l'objet d'une activité relevant de l'Article 3.4 entre le 1^{er} janvier 1990 et le 31 décembre 2007, mais n'est plus dans les années 2008-2012, elle ne pourra pas être notifiée aux termes du Protocole de Kyoto. La comptabilisation du carbone pour cette terre pendant la période d'engagement serait extrêmement compliquée car la terre serait dans une autre catégorie d'utilisation. Bien entendu, les terres qui ont quitté la catégorie Gestion des forêts à la suite d'un déboisement seront comptabilisées et notifiées aux termes de l'Article 3.3.

¹⁴Comme indiqué à l'ÉTAPE 1.2 ci-dessus, les *bonnes pratiques* consistent à appliquer les définitions des activités relevant de l'Article 3.4 aux circonstances nationales. Dans ce contexte, il peut y avoir des activités relevant de l'Article 3.4 dans lesquelles une pratique individuelle fait que la terre sera notifiée (« activités étroitement définies »). Ceci s'appliquera probablement à la restauration du couvert végétal, et peut-être aussi à la gestion des forêts, et nécessite la notification de toutes les terres qui font l'objet de l'activité depuis 1990 (comme pour BR et D). D'un autre côté, il y aura des activités relevant de l'Article 3.4 pour lesquelles la seule classification de la terre, sans pratique concrète, suffira pour que la terre soit notifiée (« activités largement définies »). Il s'agira probablement de la gestion des terres cultivées et des pâturages –

- Lorsqu'une terre est notifiée aux termes de l'Article 3.3 ou de l'Article 3.4, toutes les émissions de gaz à effet de serre anthropiques par des sources et absorptions par des puits sur cette terre doivent être comptabilisées au cours de l'ensemble des périodes d'engagement successives suivantes¹⁵, sauf si la Partie choisit de ne pas comptabiliser un bassin qu'elle a prouvé ne pas être une source, comme expliqué dans la Section 4.2.3.1. En d'autres termes, la superficie totale de la terre incluse dans la notification des activités relevant de l'Article 3.3 et de l'Article 3.4 ne peut jamais diminuer.
- Si certaines activités sont mises en œuvre pendant la période d'engagement, une unité de terre ou une terre peut être notifiée dans plusieurs catégories d'activités relevant de l'Article 3.3 et/ou de l'Article 3.4 pendant la durée de la période d'engagement. Cependant, sa notification annuelle ne pourra être que dans une seule catégorie d'activités.
- Il convient d'observer les points suivants pour éviter une notification annuelle des terres ou des unités de terres dans plusieurs catégories d'activités pendant la période d'engagement :
 - (i) Les unités de terres faisant l'objet d'activités relevant de l'Article 3.3, et qui sinon seraient incluses dans les terres faisant l'objet d'une activité relevant de l'Article 3.4 (voir point (ii) de la note de bas de page 11), doivent être notifiées séparément en tant que terres faisant l'objet d'activités relevant de l'Article 3.3 et de l'Article 3.4 (sous la désignation terres BR ou D avec une deuxième classification dans le diagramme décisionnel). Le diagramme décisionnel montre que le boisement, le reboisement et le déboisement ont priorité sur les autres activités pour la classification des terres et la notification, non seulement pour une année donnée, mais pour toute la période entre 1990 et 2012.¹⁶
 - (ii) Pour les terres faisant l'objet de plusieurs activités relevant de l'Article 3.4, les *bonnes pratiques* consistent à appliquer les critères nationaux qui établissent une hiérarchie pour les activités relevant de l'Article 3.4 (les Accords de Marrakech n'indiquent pas de priorité implicite pour les activités relevant de l'Article 3.4, voir ÉTAPE 1.3 ci-dessus).
- Une terre faisant l'objet de changements d'affectation des terres (CAT) peut être changée de catégorie dans les cas suivants :
 - Une terre boisée/reboisée qui est ensuite déboisée est reclassée en tant que terre déboisée (La Section 4.2.4.3.2 contient des dispositions spécifiques pour les unités de terres faisant l'objet d'activités de boisement et reboisement depuis 1990).
 - Une terre faisant l'objet d'une activité prise en compte relevant de l'Article 3.4 est convertie en terre faisant l'objet d'une autre activité prise en compte relevant de l'Article 3.4 et doit être reclassée en conséquence.
 - Une terre faisant l'objet d'une activité prise en compte relevant de l'Article 3.4 fait désormais l'objet d'une activité relevant de l'Article 3.3 et doit donc être notifiée dans cette catégorie.
- Par contre, les transitions suivantes ne sont pas possibles. On notera que ces restrictions s'appliquent à la notification aux termes du Protocole de Kyoto (mais, bien entendu, n'affectent pas la gestion réelle des terres par un pays) :
 - Une terre ne peut pas passer d'une activité prise en compte relevant de l'Article 3.4 à une autre activité relevant de l'Article 3.4 qui n'a pas été prise en compte.
 - Une terre ne peut pas quitter la notification aux termes de l'Article 3.3.
 - Une terre déboisée ne peut pas devenir terre boisée/reboisée pendant la première période d'engagement. En d'autres termes, si une forêt est établie sur une terre déboisée depuis 1990, les absorptions de carbone ne peuvent pas être notifiées en tant qu'activité de reboisement pendant la première période d'engagement en raison des limites temporelles stipulées pour la définition du reboisement convenues dans les Accords de Marrakech, conçues pour ne pas créditer le reboisement des terres qui étaient des terres forestières en 1990¹⁷. Cependant, en raison de la nécessité d'une notification complète et continue des terres faisant l'objet d'activités relevant des Articles 3.3 et 3.4, toutes les augmentations ultérieures des stocks de carbone pendant la période d'engagement sur des terres déboisées seront notifiées dans la catégorie déboisement.
- Il peut être difficile d'établir les limites entre les systèmes de gestion des forêts et des terres cultivées et des pâturages lorsque ces activités sont mises en œuvre sur la même superficie terrestre. Le diagramme décisionnel à la Figure 4.1.1 suggère que les plantations de brise-vent ou de vergers après 1990 qui satisfont aux critères de définition d'une forêt seraient notifiées dans la catégorie boisement et reboisement, même si elles sont situées sur des terres utilisées principalement pour l'agriculture. Mais, pour les plantations brise-

également parce que dans ce cas les pratiques seront probablement mises en œuvre sur une base annuelle. Ici, il suffit de notifier les terres faisant l'objet de l'activité pour l'année de notification de la période d'engagement.

¹⁵ Paragraphe 19 de l'Annexe du projet de décision -/CMP.1, Utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie, contenu dans le document FCCC/CP/2001/13/Add.1, p.61.

¹⁶ Ceci est impliqué dans le texte des Accords de Marrakech cité dans la note de bas de page 11 ci-dessus, point b (ii).

¹⁷ Paragraphe 1(c) de l'Annexe du projet de décision -/CMP.1, Utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie, contenu dans le document FCCC/CP/2001/13/Add.1, p.58.

vent et les vergers qui existaient déjà en 1990, le diagramme décisionnel montre que le pays peut donner priorité à la catégorie de notification relevant de l'Article 3.4, en tant que gestion des terres cultivées, gestion des pâturages, ou gestion des forêts, à condition que la terre soit conforme à la définition de la catégorie choisie, et que le choix des priorités soit conforme à la hiérarchie des activités relevant de l'Article 3.4 établies au début. Par exemple, si des brise-vent ou terrains boisés agricoles ne semblent pas faire partie de la gestion des forêts en tant que telle, et sont clairement associés aux systèmes de terres cultivées ou de pâturages, la hiérarchie établie par un pays peut être telle que ces terres seront notifiées dans la catégorie gestion des terres cultivées ou gestion des pâturages.

En résumé, cela signifie que la superficie faisant l'objet d'une activité relevant de l'Article 3.3 (terres boisées, reboisées et déboisées) passera de 0 hectares au 1^{er} janvier 1990 à une certaine valeur en 2012. A tout point temporel, les catégories boisement, reboisement et déboisement devront contenir toutes les superficies qui ont été boisées, reboisées ou déboisées depuis 1990. La superficie faisant l'objet d'une activité relevant de l'Article 3.3 (déboisement) restera constante ou augmentera pendant la période d'engagement. En général, la superficie dans la catégorie boisement et reboisement augmentera, mais pourra aussi diminuer si les terres boisées et reboisées font l'objet de déboisement.

Les quantités de terres dans les catégories gestion des forêts, gestion des terres cultivées, gestion des pâturages et restauration du couvert végétal peuvent varier en raison des changements d'affectation des terres. Il est probable que ces superficies restent constantes dans le temps, notamment pour les raisons suivantes :

- L'augmentation de la superficie des terres boisées/reboisées, et déboisées ;
- La conversion des pâturages en terres cultivées, et inversement ;
- La conversion des terres ayant fait l'objet d'une restauration du couvert végétal en terres cultivées ou en pâturages, ou inversement ; et
- L'augmentation des superficies des terres faisant l'objet d'une gestion des forêts, par exemple lorsque les pays étendent leur infrastructure routière à des zones jusque-là non gérées.

L'Encadré 4.1.1 contient des exemples qui résument les accords de Marrakech et les points applicables aux terres faisant l'objet d'activités relevant des Articles 3.3 et 3.4 du Protocole de Kyoto. Les sections précédentes du Chapitre 4 ont présenté seulement une vue d'ensemble des Accords de Marrakech. Pour des explications plus détaillées sur les raisons à l'origine des exemples de l'Encadré 4.1.1, le lecteur est prié de se référer aux explications détaillées dans le reste du Chapitre 4.

ENCADRE 4.1.1

EXEMPLES POUR L'AFFECTATION DANS LE TEMPS D'UNITES DE TERRES A DES ACTIVITES RELEVANT DE L'ARTICLE 3.3 ET DES TERRES A DES ACTIVITES RELEVANT DE L'ARTICLE 3.4

Les exemples suivants ont pour but de montrer, conceptuellement, comment des conversions de terres seraient classées dans différentes années d'inventaire aux termes du Protocole de Kyoto. Ceci ne signifie pas nécessairement que la conversion des terres peut être mesurée directement sur une base annuelle. On notera que, pour les terres cultivées et les pâturages, seules les variations des stocks de carbone sont examinées ci-dessous. Les émissions à effet de serre sans CO₂ pour ces terres sont notifiées dans le secteur Agriculture des *Lignes directrices du GIEC* (Section 4.5.2 du Manuel de référence), quelles que soient les activités relevant de l'Article 3.4 prises en compte par la Partie.

Exemple 1 : Une terre faisant l'objet d'une gestion des forêts est déboisée en 1995 et convertie en terre cultivée.

2008-2012 : Les variations des stocks de carbone et les émissions des gaz à effet de serre sans CO₂ sur cette terre sont notifiées dans la catégorie déboisement. On utilisera la méthodologie pour les terres cultivées qui étaient initialement des forêts (Section 3.3.2).

Les variations des stocks de carbone sur cette terre ne seront pas notifiées dans la catégorie gestion des terres cultivées, même si la gestion des terres cultivées a été prise en compte, car le déboisement a priorité sur la gestion des terres cultivées. Par conséquent, le diagramme décisionnel à la Figure 4.1.1 affecte cette terre à la catégorie déboisement, avec classification secondaire dans la catégorie gestion des terres cultivées.

Si, par exemple, des arbres étaient replantés sur cette terre en 2011, la terre resterait dans la catégorie déboisement, car le reboisement n'est pas admissible sur les terres qui étaient des terres forestières en 1990. Mais on devra utiliser la méthodologie pour le reboisement pour estimer les variations des stocks de carbone.

Exemple 2 : Une terre faisant l'objet d'une gestion des forêts est déboisée le 1^{er} janvier 2010 et convertie en terre cultivée.

2008-2009 : Les variations des stocks de carbone et les émissions des gaz à effet de serre sans CO₂ pour cette terre pour les années 2008 et 2009 sont notifiées dans la catégorie gestion des forêts (si la gestion des forêts est prise en compte, sinon elles ne sont pas notifiées du tout aux termes du Protocole de Kyoto, seulement en tant qu'élément de l'inventaire annuel CATF conformément à la CCNUCC).

2010-2012 : Les variations des stocks de carbone et les émissions des gaz à effet de serre sans CO₂ pour cette terre pour les années 2010-2012 sont notifiées dans la catégorie déboisement. On utilisera la méthodologie pour les terres cultivées qui étaient initialement des forêts (Section 3.3.2). Les émissions de gaz à effet de serre sans CO₂ résultant directement du déboisement devront être notifiées dans la catégorie déboisement. Les émissions de gaz à effet de serre sans CO₂ résultant des pratiques agricoles devront être notifiées dans le secteur Agriculture de l'inventaire

national conformément aux *Lignes directrices du GIEC*. On veillera à prévenir le risque de double comptage.

ENCADRE 4.1.1 EXEMPLES (SUITE)

Les variations des stocks de carbone sur cette terre ne seront pas notifiées dans la catégorie gestion des terres cultivées, même si gestion des terres cultivées a été prise en compte, car le déboisement a priorité sur la gestion des terres cultivées. Par conséquent, le diagramme décisionnel à la Figure 4.1.1 affecte cette terre à la catégorie déboisement, avec classification secondaire dans la catégorie gestion des terres cultivées.

Exemple 3 : Une terre cultivée est convertie en pâturage en 2010.

2008-2009 : Les variations des stocks de carbone et les émissions des gaz à effet de serre sans CO₂ pour cette terre sont notifiées dans la catégorie gestion des terres cultivées (si la gestion des terres cultivées est prise en compte, sinon elles ne sont pas notifiées du tout aux termes du Protocole de Kyoto, seulement en tant qu'élément de l'inventaire annuel CATF).

2010-2012 : Si la gestion des pâturages est prise en compte, les variations des stocks de carbone et les émissions des gaz à effet de serre sans CO₂ par cette terre sont notifiées dans la catégorie gestion des pâturages (Sections 3.4.2 et 4.2.9). Si la gestion des pâturages n'est pas prise en compte, les variations des stocks de carbone et les émissions des gaz à effet de serre sans CO₂ par cette terre devront toujours être notifiées dans la catégorie gestion des terres cultivées pour ces années (si la gestion des terres cultivées est prise en compte), en raison de l'obligation de notification des futures variations des stocks de carbone une fois qu'une terre est entrée dans le système de notification de Kyoto.

Exemple 4 : Un pâturage est converti en établissement en 2005.

2008-2012 : Les variations des stocks de carbone et les émissions des gaz à effet de serre sans CO₂ pour cette terre ne sont pas notifiées aux termes du Protocole de Kyoto, étant donné qu'elle n'a pas fait l'objet d'une activité prise en compte pendant la période d'engagement.

Exemple 5 : Un pâturage est converti en établissement en 2010.

La terre doit être notifiée comme faisant l'objet d'une gestion des pâturages (si la gestion des pâturages est prise en compte) pour les cinq années de la période d'engagement (car elle a fait l'objet d'une gestion des pâturages pendant au moins une année de la période d'engagement). Avant 2010, on utilisera les méthodes pour les pâturages, et à partir de 2010, on utilisera les méthodologies pour les conversions en établissements.

Exemple 6 : Une terre faisant l'objet d'une gestion des forêts est convertie en établissement en 2010.

2008-2009 : Les variations des stocks de carbone et les émissions des gaz à effet de serre sans CO₂ pour cette terre sont notifiées dans la catégorie gestion des forêts (si la gestion des forêts est prise en compte, sinon elles ne sont pas notifiées du tout aux termes du Protocole de Kyoto, seulement en tant qu'élément de l'inventaire annuel CATF conformément à la CCNUCC).

2010-2012 : Les terres seront notifiées dans la catégorie des terres « déboisées », à l'aide des méthodologies du Chapitre 3, Section 3.6, pour les terres converties en établissements .

L'exemple 6 montre qu'on doit continuer à notifier une terre convertie depuis une utilisation initiale pendant la période d'engagement. Ceci ne s'applique pas à l'Exemple 4 car il n'y a pas eu génération d'unités d'absorptions.

Exemple 7 : Une terre faisant l'objet d'une gestion des forêts est convertie en établissement¹⁸ en 1995.

Les variations des stocks de carbone pour 2008-2012 sont notifiées aux termes de l'Article 3.3, déboisement.

Exemple 8 : Autre terre convertie en pâturage (et notifiée dans la catégorie restauration du couvert végétal) en 2005.

Pour chaque année de la période d'engagement, les variations des stocks de carbone et les émissions des gaz à effet de serre sans CO₂ pour cette terre sont notifiées dans la catégorie restauration du couvert végétal (si la restauration du couvert végétal est prise en compte).

¹⁸ Lequel, par définition, est une terre non forestière, voir Chapitre 2.

4.1.3 Liens entre les inventaires nationaux des Parties visées à l'Annexe I et les projets UTCATF relevant de l'Article 6

Les émissions et absorptions résultant des projet relevant de l'Article 6 feront partie de l'annuaire national du pays hôte conformément à la notification aux termes de la CCNUCC et du Protocole de Kyoto. Les méthodes d'estimation, mesure, surveillance et notification des émissions et absorptions de gaz à effet de serre résultant des activités des projets UTCATF sont examinées à la Section 4.3 (Projets UTCATF).

Lors de l'estimation des émissions et absorptions des gaz à effet de serre pour des activités relevant des Articles 3.3 et 3.4, on peut utiliser les informations relatives à la notification, ou qui satisfont aux normes des projets UTCATF relevant de l'Article 6 sur ces terres (mais pas *inversement*). On dispose de deux options pour l'estimation aux termes des Articles 3.3 et 3.4, toutes deux conformes aux *bonnes pratiques* :

Option 1 : On effectue une évaluation aux termes des Articles 3.3 et 3.4 sans tenir compte des informations notifiées pour les projets relevant de l'Article 6 (qui sont notifiées séparément comme indiqué dans la Section 4.3). Ceci suppose qu'un système national bien conçu inclura aussi automatiquement les effets des projets relevant de l'Article 6. Cette méthode est aussi utilisée dans les autres secteurs d'émissions. Par exemple, un projet relevant de l'Article 6 qui réduit les émissions par les combustibles fossiles n'est pas examiné *individuellement* dans l'inventaire national d'émissions, mais sera inclus *implicitement* en raison des incidences du projet sur les statistiques nationales sur les combustibles fossiles.

Option 2 : Toutes les variations des stocks de carbone ainsi que les émissions et absorptions des gaz à effet de serre au niveau du projet sont considérées comme des sources de données primaires pour l'estimation et notification d'activités relevant de l'Article 3.3 et/ou de l'Article 3.4 ; par exemple, en considérant les projets comme des strates séparées. Les activités relevant des Articles 3.3 et 3.4 qui ne sont pas des projets doivent être surveillées séparément, auquel cas, la conception de la surveillance doit veiller à ce que les projets soient explicitement exclus des autres terres aux termes des Articles 3.3 et 3.4, pour prévenir le risque de double comptage.

Une différence importante entre la comptabilisation des projets et la comptabilisation nationale (Articles 3.3 et 3.4) est liée au fait que les projets ont un scénario de référence (seules les variations **supplémentaires** des stocks de carbone et les émissions de gaz à effet de serre sans CO₂ dues au projet sont comptabilisées) ce qui n'est pas le cas pour le boisement, reboisement, déboisement, gestion des forêts, gestion des terres cultivées, gestion des pâturages et restauration du couvert végétal. Par conséquent, lors de l'utilisation d'informations au niveau des projets pour la notification aux termes des Articles 3.3 et 3.4, on doit prendre en compte la totalité des variations des stocks de carbone et les émissions de gaz à effet de serre sans CO₂ associées aux projets, et non pas seulement les variations liées au scénario de base.

4.2 METHODES POUR L'ESTIMATION, LA MESURE, LA SURVEILLANCE ET LA NOTIFICATION D'ACTIVITES UTCATF RELEVANT DES ARTICLES 3.3 ET 3.4

La Section 4.2 présente une analyse de points méthodologiques généraux relatifs à toutes les activités possibles d'utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie (UTCATF) relevant des Articles 3.3 et 3.4 du Protocole de Kyoto (Section 4.2.1 sur les liens entre les catégories d'utilisation des terres pour la notification conformément à la CCNUCC et au Protocole de Kyoto, Section 4.2.2 sur les superficies terrestres, Section 4.2.3 sur l'estimation des variations des stocks de carbone et les émissions de gaz à effet de serre sans CO₂, et Section 4.2.4 sur d'autres points méthodologiques généraux). Cette analyse est suivie par des méthodologies spécifiques pour la surveillance du boisement et du reboisement (examinées conjointement), du déboisement, de la gestion des forêts, de la gestion des terres cultivées, de la gestion des pâturages et de la restauration du couvert végétal (Sections 4.2.5 – 4.2.10), et projets (Section 4.3). Le lecteur est invité à se référer aux points généraux et spécifiques pour ces activités.

4.2.1 Liens entre les catégories d'utilisation des terres de la CCNUCC et les catégories d'utilisation des terres du Protocole de Kyoto (Articles 3.3 et 3.4)

Ce paragraphe présente une vue d'ensemble des liens existant entre les activités aux termes des Articles 3.3 et 3.4 et les catégories d'utilisation des terres décrites au Chapitre 2 et utilisées pour les inventaires nationaux d'émissions et d'absorptions de gaz à effet de serre aux termes de la CCNUCC au Chapitre 3 (Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur CATF).

Les systèmes d'utilisation des terres sont classés aux Chapitres 2 et 3 selon les catégories suivantes :

- (i) Terres forestières (gérées et non gérées) (Section 3.2)
- (ii) Terres cultivées (Section 3.3)
- (iii) Prairies (gérées et non gérées) (Section 3.4)
- (iv) Zones humides (Section 3.5 et Appendice 3a.3)
- (v) Établissements (Section 3.6 et Appendice 3a.4)
- (vi) Autres terres (Section 3.7)

Il existe des liens entre les grandes catégories d'utilisation des terres (i) à (vi) décrites à la Section 2.2 et les activités du Protocole de Kyoto et des Accords de Marrakech (Tableau 4.2.1). Les terres faisant l'objet d'activités aux termes du Protocole de Kyoto devront être identifiées en tant que sous-catégorie de l'une des six catégories principales.

L'utilisation des catégories (i) à (vi) comme base pour l'estimation des effets des activités relevant des Articles 3.3 et 3.4 permet de respecter les recommandations en matière de bonnes pratiques et sera en accord avec la catégorisation des terres nationale adoptée pour la préparation d'inventaires de gaz à effet de serre pour le secteur CATF aux termes de la Convention. Par exemple, la catégorie Terres forestières pourrait être sub-divisée en : a) Terres forestières relevant de l'Article 3.3 ; b) Terres forestières relevant de l'Article 3.4, c) Autres Terres forestières gérées (ceci serait le cas si la définition de « forêts gérées » diffère de celle des « terres faisant l'objet d'une gestion des forêts ») ; et d) Terres forestières non gérées. Des informations plus détaillées sur les liens entre « forêts gérées » et « gestion des forêts » figurent à la Section 4.2.7, Figure 4.2.7.

Un grand nombre de méthodes décrites dans les sections ultérieures du Chapitre 4 sont basées sur des méthodologies décrites aux Chapitres 2 et 3 du présent rapport ou dans les *Lignes directrices du GIEC*. Dans un but de continuité et de clarté, des renvois à ces descriptions antérieures figurent périodiquement dans des Encadrés, en fonction de leur pertinence. Des références directes aux résultats dans les tableaux de notification du Chapitre 3 ne sont pas possibles, étant donné que la notification aux termes du Protocole de Kyoto requiert une stratification spatiale supplémentaire, qui ne peut pas être obtenue avec les tableaux de notification du Chapitre 3.

TABLEAU 4.2.1
LIEN ENTRE LES ACTIVITES RELEVANT DES ARTICLES 3.3 ET 3.4 DU PROTOCOLE DE KYOTO
ET LES CATEGORIES D'UTILISATION DES TERRES DE LA SECTION 2.2

Lire ce tableau comme suit : Par exemple, si une terre est initialement une terre cultivée, puis devient une forêt gérée, ceci **doit** constituer un boisement ou un reboisement. Ces classifications obligatoires relevant de l'Article 3.3 sont indiquées en caractères gras. Par ailleurs, si une terre est initialement une terre cultivée, puis devient une prairie gérée, ceci peut constituer une gestion des prairies (GP) ou une restauration du couvert végétal (RCV). Ce dernier choix dépend de la prise en compte d'activités relevant de l'Article 3.4 par un pays et de l'application des circonstances nationales aux définitions relatives à l'Article 3.4. Ces classifications, relevant de l'Article 3.4, et dépendant de la prise en compte, ne sont pas en caractères gras.

Finale Initiale	Terres forestières gérées	Terres forestières non gérées	Terres cultivées	Prairies gérées	Prairies non gérées	Zones humides	Établissements	Autres terres
Terres forestières gérées	GF ou GP ou GTC		D*	D*		D*	D*	D*
Terres forestières non gérées	GF		D*	D*		D*	D*	D*
Terres cultivées	B/R*		GTC, RV	GP ou RCV		RCV	RCV	
Prairies gérées	B/R*		GTC	GP ou RCV		RCV	RCV	
Prairies non gérées	B/R*		GTC	GP			RCV	
Zones humides	B/R*		GTC	GP		RCV	RCV	
Établissements	B/R*		GTC	GP ou RCV		RCV	RCV	
Autres terres	B/R*		GTC, RCV	GP ou RCV		RCV	RCV	

* Les conversions liées à des activités relevant de l'Article 3.3 doivent être le résultat d'activités anthropiques directes.

Notes

1. « Initiale » et « Finale » indique les catégories avant et après un changement d'affectation des terres. B – Boisement (terre n'ayant pas porté de forêt pendant au moins cinquante ans), R – Reboisement (terre qui ne portait pas de forêt à la fin de 1989), D – Déboisement, GF – Gestion des forêts, GTC – Gestion des terres cultivées, GP – Gestion des pâturages, RCV – Restauration du couvert végétal (activités autres que B ou R qui augmentent les stocks de carbone en établissant la végétation).
2. Si la catégorisation « initiale » a été faite pour une année de la période d'engagement, la terre doit être classée dans la même catégorie d'activité pour toutes les années ultérieures, même dans le cas d'un autre changement d'affectation des terres.
3. Toutes les unités de terres faisant l'objet d'activités de boisement/reboisement (B/R) anthropiques directes sont considérées comme des forêts gérées ; par conséquent, des terres forestières non gérées ne peuvent pas résulter d'une activité de B/R dans le tableau. De même, on suppose que toutes les unités de terres faisant l'objet d'activités de déboisement (D) anthropiques directes sont des terres gérées. Ceci inclut le déboisement naturel suivi d'un changement conduisant à une utilisation des terres gérées.

Les Figures 4.2.1 et 4.2.2 sont une représentation graphique des liens entre ces catégories d'utilisation des terres utilisées dans les inventaires nationaux aux termes de la CCNUCC et celles relevant des Articles 3.3 et 3.4 du Protocole de Kyoto pour une année d'inventaire. Le rectangle externe représente les limites d'un pays hypothétique. Le schéma supérieur illustre les catégories de notification pour l'inventaire national aux termes de la CCNUCC selon le Chapitre 3, et le schéma inférieur inclut un niveau supplémentaire avec les catégories relevant de l'Article 3.3 et de l'Article 3.4 aux termes du Protocole de Kyoto.

Figure 4.2.1 Classification des terres dans les inventaires nationaux aux termes de la CCNUCC pour un pays hypothétique pour l'année X de la période d'engagement¹⁹

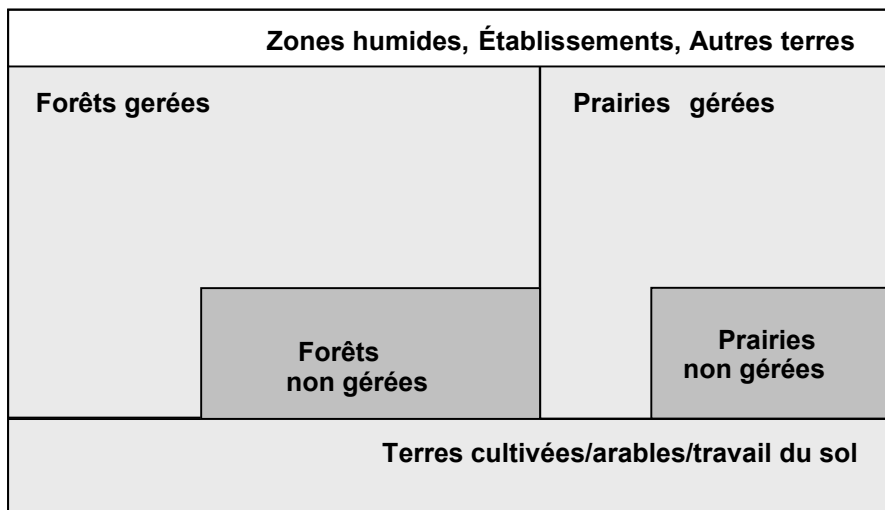
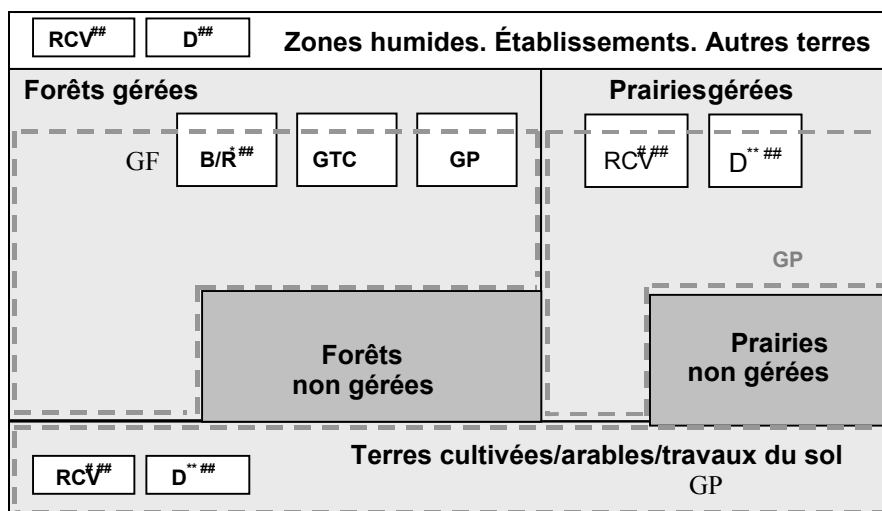


Figure 4.2.2 Classification des terres pour la notification aux termes du Protocole de Kyoto pour un pays hypothétique pendant l'année X de la période d'engagement. Cette classification correspond à l'état « finale » au Tableau 4.2.1.



Note * B/R a priorité sur GF, et par conséquent, la terre fait l'objet d'une GF, mais n'est pas notifiée dans la catégorie GF.
 ** D a priorité sur les catégories de terres cultivées/prairies.
 # La terre peut compter seulement dans RCV ou dans Gestion des terres cultivées/prairies (le choix dépend de la hiérarchie nationale)
 ## Pour B/R, D et RCV les unités de terres sont représentées après la conversion d'utilisation des terres. Par conséquent, B/R est dans Terres forestières, et RCV et D sont dans Terres non forestières sur la Figure.
 B/R : Boisement/ Reboisement, D : Déboisement, GF : Gestion des forêts, GTC : Gestion des terres cultivées
 GP : Gestion des pâturages, RCV : Restauration du couvert végétal

Remarques supplémentaires à propos de la Figure 4.2.2 :

- Les zones entourées de lignes en pointillés sont des zones faisant l'objet d'activités supplémentaires relevant de l'Article 3.4, c'est-à-dire gestion des forêts, gestion des terres cultivées et gestion des pâturages.
- Forêt, selon la définition des Accords de Marrakech, se rapporte aux caractéristiques physiques des forêts. Une superficie faisant l'objet d'une gestion des forêts est donc définie comme une superficie sur laquelle des pratiques de gestion spécifiques sont mises en œuvre, conformément à l'Article 3.4 et aux Accords de

¹⁹ Les forêts non gérées et les prairies non gérées ne sont pas notifiées dans les inventaires CCNUCC.

Marrakech. Les terres faisant l'objet d'une gestion des forêts peuvent inclure toutes les forêts gérées selon les *Lignes directrices du GIEC*. Mais ceci n'est pas toujours le cas, car (i) des pays peuvent utiliser des seuils pour la définition des forêts pour la notification aux termes du Protocole de Kyoto différents de ceux utilisés pour la notification aux termes de la CCNUCC, (ii) l'Article 3.4 et les Accords de Marrakech exigent que l'activité ait eu lieu depuis 1990, et (iii) la définition de la gestion des forêts des Accords de Marrakech inclut des critères supplémentaires sur l'administration. Pour une analyse complémentaire de cette différence de définition, voir la Figure 4.2.8 et le texte annexe à la Section 4.2.7.2, Choix de méthodes pour l'identification des terres faisant l'objet d'une gestion des forêts. Les forêts non gérées qui restent non gérées ne sont incluses ni dans la notification aux termes de la CCNUCC ni dans celle aux termes du Protocole de Kyoto.

- Pour la notification aux termes du Protocole de Kyoto, les terres faisant l'objet d'une gestion des terres cultivées telle qu'elle est décrite dans les Accords de Marrakech sont identiques aux terres cultivées/arables/travail du sol de la notification CCNUCC.
- La gestion des pâturages a lieu en général sur des terres considérées comme des prairies dans l'inventaire aux termes de la CCNUCC. Cependant, la gestion des pâturages peut aussi avoir lieu dans des forêts gérées, et toutes les prairies ne sont pas nécessairement des pâturages. Les prairies non gérées seront exclues de la notification aux termes de la CCNUCC et du Protocole de Kyoto.
- Les terres boisées et reboisées (B/R) sont toujours des forêts gérées. Mais les variations des stocks de carbone et les émissions de gaz à effet de serre sans CO₂ ne sont notifiées qu'aux termes de l'Article 3.3.
- Les terres déboisées sont en général gérées (il n'y a donc pas d'encadré « D » pour les prairies non gérées). À noter, toutefois, l'exception que constituent les zones humides créées par une altération du régime hydrologique, par exemple par la construction d'une route.

4.2.2 Méthodologies générales pour l'identification, la stratification et la notification des superficies

4.2.2.1 PRESCRIPTIONS EN MATIERE DE NOTIFICATION

Les Accords de Marrakech stipulent que les superficies faisant l'objet d'activités relevant de l'Article 3.3 et de l'Article 3.4 doivent être identifiables²¹, présentées avec des informations complètes²² et suivies dans le futur²³. La Section 4.2.2.2 analyse deux méthodes de notification d'utilisation des terres applicables à toutes les activités relevant de l'Article 3.3 et de l'Article 3.4. La Section 4.2.2.3 examine comment ces méthodes peuvent se baser sur les trois méthodologies décrites au Chapitre 2. La Section 4.2.2.4 contient un diagramme décisionnel facilitant le choix entre ces deux méthodes de notification, et la Section 4.2.2.5 présente une analyse plus détaillée sur l'identification des terres faisant l'objet d'activités relevant des Articles 3.3 et 3.4, conformément aux prescriptions en matière de notification.

²¹ Paragraphe 20 de l'Annexe du projet de décision t-/CMP.1 (Utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie), contenu dans le document FCCC/CP/2001/13/Add.1, p.61 : *Les systèmes d'inventaires nationaux prévus au paragraphe 1 de l'Article 5.1 doivent permettre de localiser les parcelles faisant l'objet d'activités liées à l'utilisation des terres, au changement d'affectation des terres et à la foresterie visées aux paragraphes 3 et 4 de l'Article 3 et des informations sur ces parcelles sont communiquées par chaque Partie visée à l'Annexe 1 dans ses inventaires nationaux conformément à l'Article 7. Ces informations seront examinées conformément à l'Article 8.*

²² Paragraphe 6 de l'Annexe du projet de décision -/CMP.1 (Article 7), contenu dans le document FCCC/CP/2001/13/Add.3, p.22 : *Les informations de caractère général qui devront être communiquées au sujet des activités relevant du paragraphe 3 de l'Article 3 et de toute activité prise en compte en vertu du paragraphe 4 de l'Article 3, sont notamment les suivantes : [...]*

(b) *Le lieu géographique des limites des superficies qui englobent :*

(i) *Les unités de terre faisant l'objet d'activités relevant du paragraphe 3 de l'Article 3 ;*

(ii) *Les unités de terre faisant l'objet d'activités relevant du paragraphe 3 de l'Article 3, qui, autrement, seraient englobées dans les terres faisant l'objet d'activités prises en compte en vertu du paragraphe 4 de l'Article 3, au sens des dispositions du paragraphe 8 de l'Annexe de la décision -/CMP.1 (Utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie) ; et*

(iii) *Les terres faisant l'objet d'activités prises en compte en vertu du paragraphe 4 de l'Article 3. [...]*

(c) *L'unité d'évaluation spatiale appliquée pour déterminer la superficie de comptabilisation du boisement, du reboisement et du déboisement.*

²³ Paragraphe 19 de l'Annexe du projet de décision -/CMP.1 (Utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie), contenu dans le document FCCC/CP/2001/13/Add.1, p.61 : *Lorsqu'une parcelle est prise en compte au titre des paragraphes 3 et 4 de l'Article 3, toutes les émissions anthropiques par les sources et absorptions anthropiques par les puits de gaz à effet de serre sur cette parcelle doivent être comptabilisées au cours de l'ensemble des périodes d'engagement successives suivantes.*

4.2.2.2 METHODES DE NOTIFICATION POUR DES TERRES FAISANT L'OBJET D'ACTIVITES RELEVANT DES ARTICLES 3.3 ET 3.4

Afin de satisfaire aux prescriptions en matière de notification des Accords de Marrakech, les informations générales relatives aux activités relevant des Articles 3.3 et 3.4 doivent inclure les limites géographiques des superficies qui englobent des unités de terre faisant l'objet de boisement, reboisement, et déboisement, et des terres faisant l'objet d'activités prises en compte, à savoir gestion des forêts, gestion des terres cultivées, gestion des pâturages et restauration du couvert végétal. Pour ce faire, une Partie a le choix entre les deux méthodes suivantes (Figure 4.2.3) :

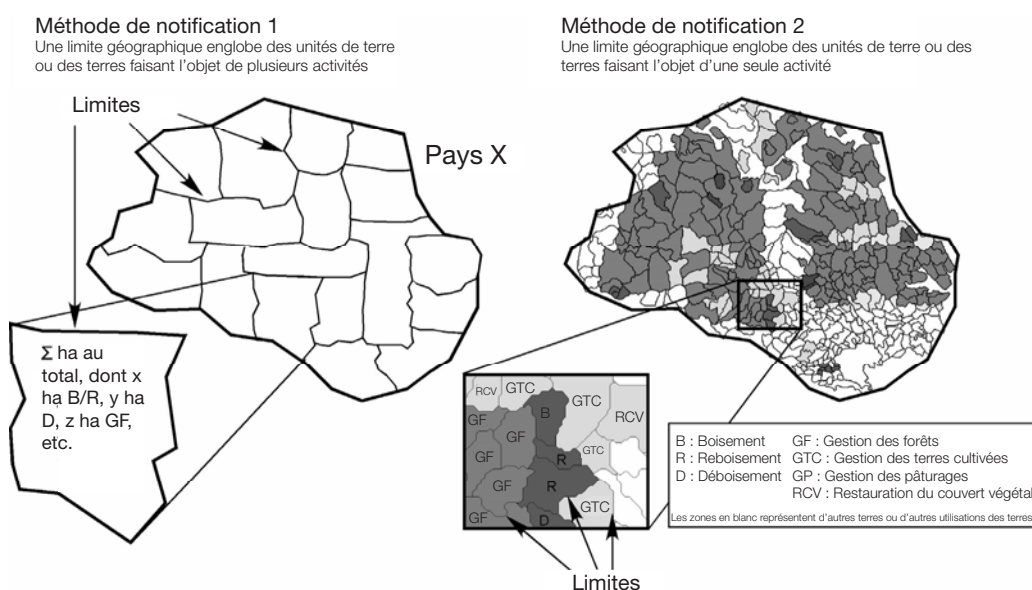
La méthode de notification 1 est basée sur la délimitation des superficies qui incluent plusieurs unités de terre faisant l'objet d'activités relevant des Articles 3.3 et 3.4, par l'application des limites légales, administratives ou relatives aux écosystèmes. Cette stratification fait appel à des techniques d'échantillonnage, des données administratives, ou des grilles sur des images obtenues par télédétection. Les limites géographiques identifiées doivent être géo-référencées.

La méthode de notification 2 est basée sur l'identification géographique spatialement explicite et complète de toutes les unités de terre faisant l'objet d'activités relevant de l'Article 3.3 et de toutes les terres faisant l'objet d'activités relevant de l'Article 3.4.

Pour appliquer la Méthode de notification 1, les *bonnes pratiques* consistent à stratifier la totalité du pays et à définir et indiquer les limites géographiques de ces unités de terre. Les critères de stratification du pays pourraient inclure, entre autres, des critères statistiques sur l'intensité d'échantillonnage ou les méthodes d'échantillonnage, des critères sur le type et le nombre d'activités de changement d'affectation des terres (Article 3.3) et d'activités prises en compte (Article 3.4), ainsi que des critères écologiques ou administratifs. Au sein de chaque limite géographique obtenue, les unités de terre faisant l'objet d'activités relevant de l'Article 3.3 et les terres faisant l'objet d'activités relevant de l'Article 3.4 (si elles sont prises en compte) doivent être ensuite quantifiées par les méthodes décrites au Chapitre 2 (Section 2.3 Représentation des superficies terrestres), conformément aux recommandations présentées à la Section 4.2.2.3, et par les méthodes décrites aux Sections 4.2.2.5 (méthodes générales) et 4.2.5 à 4.2.10 (méthodes spécifiques aux activités).

Pour appliquer la Méthode de notification 2, une Partie devra identifier et indiquer la localisation spatiale de toutes les terres et unités de terre, à partir d'une cartographie complète de toutes les superficies dans ses limites nationales. Il s'agit là de la version cartographie complète de la Méthodologie 3 (Section 2.3.2.3) décrite au Chapitre 2. Cette méthode de notification identifie des terres et unités de terre et permet de notifier des activités sans risque de double comptage. L'application complète de cette méthode de notification requiert une collecte et une analyse des données à grande échelle, et la préparation de statistiques récapitulatives afin de s'assurer que la notification est transparente, tout en restant concise.

Figure 4.2.3 Deux méthodes de notification pour des terres faisant l'objet d'activités relevant des Articles 3.3 et 3.4



Avec ces deux méthodes de notification, lorsque des terres sont notifiées comme faisant l'objet d'activités relevant des Accords de Marrakech, on doit pouvoir les suivre pendant la première période d'engagement et les périodes

suivantes. Par conséquent, si une Partie choisit la Méthode de notification 1, les *bonnes pratiques* consistent à enregistrer les informations nécessaires pour identifier les emplacements échantillons et les unités de terre ou les terres identifiées dans les échantillons, et à utiliser les mêmes emplacements échantillons pour toute surveillance ultérieure. Ainsi, on peut être sûr que tout changement de l'état des terres couvertes par les parcelles échantillons (Méthode de notification 1) ou dans la totalité du pays (Méthode de notification 2) peut être suivi et surveillé de 1990 jusqu'à la fin de la période d'engagement.

Les limites géographiques résultant de la stratification du pays devront être notifiées à l'aide de cartes imprimées ou numériques, comme décrit à la Section 4.2.4.3.1 (Notification).

4.2.2.3 LIENS ENTRE LES METHODOLOGIES DU CHAPITRE 2 ET LES METHODES DE NOTIFICATION DU CHAPITRE 4

Le Chapitre 2, Base pour une représentation cohérente des superficies terrestres, décrit trois méthodologies pour la représentation des superficies terrestres. Les deux méthodes de notification décrites dans le présent chapitre, associées aux méthodologies décrites au Chapitre 2, satisfont aux prescriptions de notification stipulées par les Articles 3.3 et 3.4 du Protocole de Kyoto, et reprises plus en détail dans les Accords de Marrakech. La présente section, résumée au Tableau 4.2.2, analyse les trois méthodologies du Chapitre 2 afin de déterminer celles qui permettront d'identifier des unités de terre faisant l'objet d'activités relevant de l'Article 3.3 ou des terres faisant l'objet d'activités prises en compte relevant de l'Article 3.4. On notera que même la Méthodologie 3, qui requiert le plus de données, décrite au Chapitre 2, ne pourra satisfaire aux prescriptions des Accords de Marrakech sans informations supplémentaires que si la résolution spatiale de la surveillance des changements d'affectation des terres est en accord avec les paramètres de taille choisis par un pays pour la définition de la forêt, à savoir des polygones de 0,05 à 1 ha ou des grilles de 20 à 100 m (voir Étape 1.1 à la Section 4.1.1). Une cartographie de la couverture terrestre et de l'utilisation des terres ayant, par exemple, une résolution de pixel de 1 km² (100 ha) ne satisfait pas aux prescriptions du Protocole, et des informations supplémentaires seront nécessaires.

4.2.2.3.1 METHODOLOGIE 1

La méthodologie 1 du Chapitre 2 fournit des informations qui ne sont pas spatialement explicites et n'indique que les variations nettes des superficies de différentes catégories d'utilisation des terres. Elle ne satisfait donc pas aux prescriptions des Accords de Marrakech en matière d'identification des terres. Les bases de données des inventaires nationaux sont souvent compilées à partir d'inventaires spatiaux détaillés qui peuvent être basés, par exemple, sur des méthodes d'échantillonnage utilisant un système de grille ou de parcelles échantillons. Dans ce cas, les pays peuvent re-compiler les informations d'inventaires détaillées pour les limites géographiques obtenues après stratification du pays, pour satisfaire aux prescriptions des Accords de Marrakech en matière de notification. Par conséquent, cette Méthodologie 1 ne peut être appliquée à la Méthode de notification 1 que si des données spatiales supplémentaires, à la résolution requise, sont disponibles après re-compilation des données d'inventaire, et si les conversions brutes d'utilisation des terres (plutôt que les variations nettes des catégories d'utilisation des terres) sont quantifiées.

4.2.2.3.2 METHODOLOGIE 2

La Méthodologie 2 est axée sur les conversions des terres. Bien qu'elle fournisse des informations utiles sur les changements d'affectation des terres, en particulier pour ce qui est du boisement, reboisement et déboisement aux termes de l'Article 3.3, elle n'est pas spatialement explicite. Des informations spatiales supplémentaires sont donc nécessaires, à la résolution requise, pour satisfaire aux prescriptions des Accords de Marrakech en matière de notification. Cette méthodologie ne peut donc être utilisée pour identifier des unités de terre ou des terres faisant l'objet d'activités relevant des Articles 3.3 et 3.4 que si des données spatiales supplémentaires sont disponibles. Comme pour la Méthodologie 1, on peut quelquefois appliquer cette méthodologie à la Méthode de notification 1 si des données spatiales supplémentaires, à la résolution requise, deviennent disponibles après re-compilation des données d'inventaires.

4.2.2.3.3 METHODOLOGIE 3

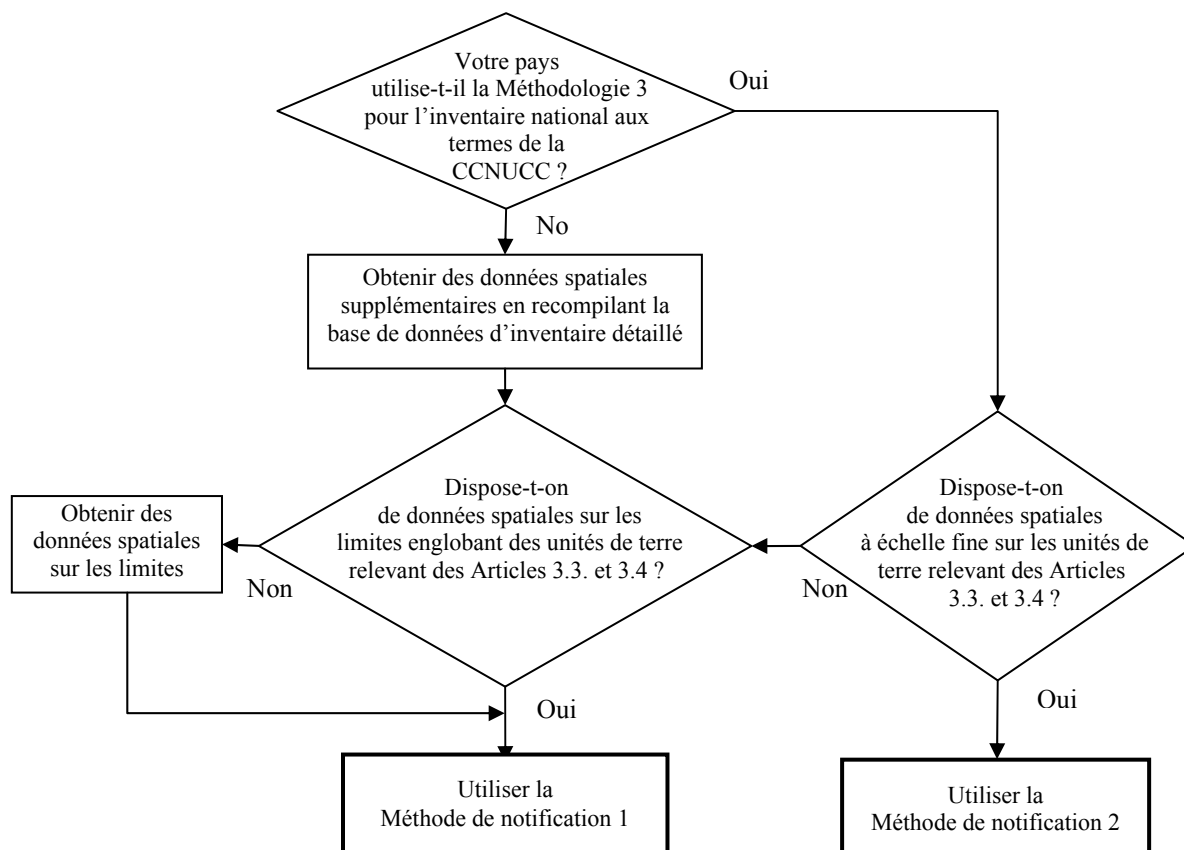
La Méthodologie 3 suit explicitement des terres par des méthodes par échantillons, un système de grille, ou un système polygonal dans les limites géographiques résultant de la stratification du pays. Elle peut être appliquée aux Méthodes de notification 1 et 2, à condition que la résolution spatiale soit assez fine pour représenter la superficie de forêt minimale définie par la Partie conformément aux Accords de Marrakech.

TABLEAU 4.2.2 LIEN ENTRE LES METHODOLOGIES DU CHAPITRE 2 ET LES METHODES DE NOTIFICATION DU CHAPITRE 4		
Méthodologies du Chapitre 2	Méthode de notification 1 (Identification générale de la superficie)	Méthode de notification 2 (Identification complète)
Méthodologie 1	Utilisable uniquement si des informations spatiales supplémentaires sont disponibles après re-compilation d'inventaires.	Non applicable
Méthodologie 2	Utilisable uniquement si des informations spatiales supplémentaires sont disponibles après re-compilation d'inventaires.	Non applicable
Méthodologie 3	<i>Bonnes pratiques</i> si la résolution est assez fine pour représenter la superficie de forêt minimale. Nécessite le regroupement de données dans les limites géographiques notifiées.	<i>Bonnes pratiques</i> si la résolution est assez fine pour représenter la superficie de forêt minimale.

4.2.2.4 CHOIX DE LA METHODE DE NOTIFICATION

Conformément aux *bonnes pratiques*, on choisira une méthode de notification appropriée à l'aide du diagramme décisionnel de la Figure 4.2.4. Les circonstances nationales peuvent permettre à une Partie de combiner les deux méthodes de notification. Dans ce cas, les *bonnes pratiques* consistent à stratifier d'abord l'ensemble du pays, puis à quantifier et indiquer les superficies des unités de terre et des terres à l'aide de la Méthode de notification 1. Dans ces limites géographiques, où on peut avoir une identification spatiale complète des terres et unités de terre, on peut appliquer la Méthode de notification 2.

Figure 4.2.4 Diagramme décisionnel pour le choix d'une méthode de notification pour les terres faisant l'objet d'activités relevant des Articles 3.3 et 3.4



Lors de l'utilisation de la Méthode 1 en général, les *bonnes pratiques* consistent à utiliser les mêmes limites géographiques pour toutes les activités, et ceci facilitera considérablement l'identification, la quantification, et la notification des changements d'affectation des terres. Cependant, les circonstances nationales peuvent justifier le

choix d'autres limites géographiques pour différentes activités. Par exemple, on peut choisir des limites géographiques différentes pour réduire la variabilité des estimations pour une activité dans une limite donnée. Lorsqu'une Partie utilise plusieurs ensembles de limites géographiques (c'est-à-dire plusieurs systèmes de stratification), les terres ou unités de terre faisant l'objet d'activités relevant de l'Article 3.3 ou 3.4 qui sont passées d'une catégorie à une autre doivent être affectées à la limite géographique correcte. Ceci peut nécessiter une affectation proportionnelle des unités de terre à chaque système de stratification utilisé.

4.2.2.5 COMMENT IDENTIFIER DES TERRES (UNITES DE TERRE) EN GENERAL

4.2.2.5.1 CONFIGURATION SPATIALE DES FORETS ET ACTIVITES DE BOISEMENT, REBOISEMENT OU DÉBOISEMENT

Les Accords de Marrakech spécifient que chaque Partie au Protocole de Kyoto visée à l'Annexe 1 doit choisir des paramètres spécifiques au pays dans la définition des forêts et ce choix doit faire partie intégrante de la notification de la Partie aux termes du Protocole de Kyoto. La date limite pour cela a été fixée au 31 décembre 2006, ou un an après l'entrée en vigueur du Protocole de Kyoto pour la Partie, selon la dernière de ces dates²⁴. Ceci nécessite le choix de valeurs pour les trois paramètres suivants : la taille de la superficie de terre minimale qui peut constituer une forêt, entre 0,05 et 1 ha, et des paramètres pour le couvert forestier (10–30 pour cent) et la hauteur des arbres à maturité (2–5 m). Le paramètre pour la superficie de terre minimale constituant une forêt spécifie aussi la superficie minimale sur laquelle il peut y avoir boisement/reboisement ou déboisement. Ainsi, un pays qui choisit, par exemple, 0,5 ha comme superficie minimale de forêt, doit aussi identifier toutes les activités de déboisement qui ont lieu sur des terres dont la superficie est égale ou supérieure à 0,5 ha. L'identification d'unités de terre sur lesquelles des changements d'affectation des terres se produisent (déboisement, par exemple) exige la détection d'une réduction du couvert forestier par rapport au seuil de forêt spécifique au pays, accompagnée par un changement d'affectation des terres.

Les Accords de Marrakech ne spécifient pas la forme des superficies, ni pour les forêts, ni pour les superficies boisées, reboisées ou déboisées. Des superficies carrées satisfaisant à la plage de tailles des Accords de Marrakech seraient entre 22,36 m (0,05 ha) et 100 m (1 ha) de chaque côté. Mais un rectangle de 10 m de large et de 1000 m de long a aussi une superficie de 1 ha, tout comme un rectangle de 5 m de large et 2 000 m de long. Par conséquent, un brise-vent arboré ou toute autre bande arborée dont la taille est supérieure à ces tailles pourrait être considéré comme une forêt. Mais si ces « forêts linéaires » sont incluses dans la définition des forêts d'une Partie, conformément aux *bonnes pratiques*, toutes les superficies déboisées par des activités de « déboisement linéaire », telles que la construction de routes, tracés de lignes de transmission, ou couloirs de pipelines, devront être considérées comme des « non-forêts ». Lorsque ces couloirs résultent de coupes depuis 1990, ils devront être considérés comme des activités de déboisement aux termes de l'Article 3.3.

Par exemple, si un pays choisit 1 ha comme superficie de forêt minimale et pour les activités de boisement, reboisement ou déboisement, et spécifie également que ces superficies sont carrées, un couloir de 20 m de large taillé dans une forêt à couvert fermé à 100 pour cent, réduira la fermeture du couvert qui passera à 80 pour cent. Cette valeur est supérieure à la plage de fermeture du couvert (10–30 pour cent) qui peut être choisie par une Partie. Par conséquent, la superficie résiduelle est définie comme une forêt, et même lorsque ce couloir à travers la forêt est taillé après 1990, il ne s'agira pas d'une activité de déboisement. Si ce couloir de « seulement » 20 m de large fait partie d'un long couloir s'étendant sur de nombreux kilomètres (un tracé de lignes de transmission ou un couloir de pipeline, par exemple), la superficie totale du couloir est largement supérieure à 1 ha. Par conséquent, le critère de définition appliqué pour spécifier la forme des forêts et des superficies faisant l'objet de boisement, reboisement ou déboisement peut avoir une incidence importante sur la quantité de terres notifiées aux termes de l'Article 3.3.

Par conséquent, conformément aux *bonnes pratiques*, les pays devront inclure, avec leur rapport sur le choix des définitions des forêts, une description des critères de définition utilisés pour identifier les forêts et les superficies faisant l'objet de boisement, reboisement ou déboisement. De même, on appliquera ces critères avec cohérence pour identifier des activités de déboisement et boisement ou de reboisement ayant eu lieu depuis 1990. Par exemple, ces critères peuvent être définis simplement comme la largeur minimale qui sera acceptée pour une forêt et une superficie faisant l'objet d'un boisement, reboisement ou déboisement. La longueur minimale de la superficie est fonction de la combinaison de la largeur et du paramètre choisi pour une superficie minimale pouvant constituer une forêt. Par exemple, si la taille était définie comme étant de 1 ha, avec une largeur minimale de 20 m, un rectangle de largeur minimale doit avoir une longueur minimale de 500 m pour satisfaire à la prescription de taille de 1 ha.

²⁴ Voir paragraphe 16 de l'Annexe du projet de décision -/CMP.1 (Utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie), contenu dans le document FCCC/CP/2001/13/Add.1, p. 61, et le paragraphe 8 (b) de l'Annexe du projet de décision -/CMP.1 (Modalités de comptabilisation des quantités attribuées), contenu dans le document FCCC/CP/2001/13/Add.2, p. 59, et le Tableau 4.2.4a.

Les « déboisements linéaires » plus étroits que la largeur minimale choisie pour le critère peuvent contribuer à des variations des stocks de carbone notifiées s'ils ont lieu sur des terres faisant l'objet d'activités de gestion des forêts (GF), à condition que la Partie ait pris en compte la GF en tant qu'activité relevant de l'Article 3.4. De même, les brise-vent plus étroits que la largeur minimale choisie pour le critère peuvent aussi contribuer à des variations des stocks de carbone notifiées, si ces brise-vent sont sur des terres faisant l'objet d'une gestion des terres cultivées, gestion des pâturages, ou restauration du couvert végétal, à condition que la Partie ait pris en compte l'activité relevant de l'Article 3.4.

4.2.2.5.2 SOURCES DE DONNEES POUR L'IDENTIFICATION DES TERRES

Les besoins en matière de notification des terres faisant l'objet d'activités relevant des Articles 3.3 et 3.4 ont été présentés dans les sections antérieures. Les données et les informations à la disposition d'un pays pour satisfaire à ces besoins dépendront en grande partie des circonstances nationales, notamment des systèmes d'inventaires d'utilisation des terres et des forêts déjà en place et des mesures supplémentaires prises par un pays pour satisfaire aux prescriptions d'inventaires.

Sommairement, les pays disposent de trois grandes options pour collecter les données nécessaires :

- Utiliser les informations figurant dans les systèmes d'inventaires d'utilisation des terres et des forêts existants.
- Mettre en œuvre un système de surveillance et de mesures.
- Mettre en œuvre un système de notification d'activités qui inclut des procédures de vérification et d'audit.

Très probablement, dans la plupart des pays, les systèmes d'inventaires d'utilisation des terres et des forêts existants ne permettront pas de répondre à tous les besoins de données pour la notification de l'utilisation des terres, aux termes du Protocole de Kyoto ; à divers niveaux, des informations supplémentaires devront être obtenues à l'aide de systèmes de surveillance ou de notification nationaux. Le choix de systèmes appropriés dépendra des circonstances nationales. Un pays, par exemple, pourra décider qu'il sera plus utile de combiner un système de notification d'activités pour identifier des unités de terre boisées ou reboisées, et un système de surveillance pour identifier des unités de terre déboisées.

Utilisation d'inventaires existants

Les pays qui disposent d'inventaires forestiers et autres inventaires d'utilisation des terres détaillés ou qui collectent annuellement ou périodiquement des statistiques spatiales relatives aux terres pourront peut-être identifier des terres ayant fait l'objet d'activités relevant des Articles 3.3 et 3.4 depuis 1990 à partir de ces inventaires. Mais ceci ne sera possible que si les systèmes nationaux d'inventaire et de collecte des données satisfont à des normes techniques rigoureuses. Ils doivent pouvoir définir l'utilisation des terres et la superficie des forêts en 1990, avoir un cycle de mise à jour assez court pour refléter les changements d'affectation des terres entre 1990 et 2008, et entre 2008 et 2012, et avoir une résolution spatiale permettant d'identifier des activités de la taille de la superficie minimale de forêt choisie par le pays, à savoir 1 ha ou moins. De plus, les parcelles échantillons dans une « limite » doivent être géo-référencées et utilisées de façon répétée pendant la future surveillance. Si ceci n'est pas possible, en raison, par exemple, de l'évolution des procédures de surveillance, conformément aux *bonnes pratiques*, on doit établir des procédures informatisées, qui permettront de convertir les données entre les programmes d'échantillonnage utilisés ou, au moins, de cartographier les données d'un programme d'échantillonnage antérieur sur un programme postérieur (voir aussi Sections 4.2.4.1, Établissement de séries temporelles cohérentes, et 4.2.4.1.1, Recalculs).

Souvent, les inventaires forestiers des grands pays n'enregistrent pas les polygones de moins de 3 ha, par exemple. On peut toutefois satisfaire aux prescriptions d'identification des activités de boisement, reboisement ou déboisement à une résolution entre 0,05 et 1 hectare, en utilisant des méthodes d'analyse statistiques supplémentaires pour identifier la superficie faisant l'objet de boisement, reboisement ou déboisement qui ont lieu sur des unités de moins de 3 ha. On peut, par exemple, déterminer les distributions des catégories de tailles des activités de boisement/reboisement et déboisement dans le pays, par échantillonnage statistique. On peut ensuite appliquer la proportion de la superficie faisant l'objet de boisement/reboisement et déboisement qui est entre 0,05 et 1 ha et l'unité de cartographie minimale dans l'inventaire (ici, 3 ha) pour estimer la superficie faisant l'objet de boisement/reboisement et déboisement à partir de l'inventaire ayant une résolution de 3 ha. Par exemple, si l'inventaire ayant une résolution de 3 ha indique que 1000 ha ont fait l'objet de boisement/reboisement sur des unités de 3 ha ou plus, et si la distribution des catégories de tailles basée sur échantillonnage des activités de boisement/reboisement indique qu'en moyenne 5 pour cent du boisement/reboisement a lieu sur des superficies entre 0,05–1 ha et 3 ha, 1 000 ha représente 95 pour cent de la superficie totale faisant l'objet de boisement/reboisement (et on estime le total à $1000 \cdot 100/95 = 1052,6$ ha). Conformément aux *bonnes pratiques*, on doit documenter la validité statistique de la distribution des catégories de tailles basée sur échantillonnage, et sa variation régionale et temporelle. On notera que cette méthode de collecte de données à partir d'inventaires existants influe aussi sur le calcul des variations des stocks de carbone : étant donné que ces 5 pour cent de la superficie ne sont pas géo-référencés, on ne peut utiliser que des méthodes statistiques telles que des moyennes régionales pour déterminer les variations des stocks de carbone et suivre leur évolution, après leur inclusion aux termes de l'Article 3.3 or 3.4.

Les pays qui choisissent une méthodologie fondée sur les inventaires pour identifier les unités de terre faisant l'objet de boisement/reboisement peuvent rencontrer un problème, à savoir qu'en général, les superficies non

forestières ne sont pas incluses dans l'inventaire forestier. Dans ce cas, ils doivent s'assurer que leur système d'inventaire détecte les conversions entre terres non forestières et terres forestières et inclut les nouvelles terres forestières. Certains pays surveillent ces conversions par télédétection des terres qui ne sont pas incluses dans l'inventaire forestier ou en établissant des parcelles d'inventaire sur des terres non forestières.

Activités de surveillance et de mesures

Pour satisfaire aux prescriptions de notification des Articles 3.3 et 3.4, les pays devront peut-être développer et mettre en œuvre un système de surveillance pour identifier et enregistrer les utilisations et les changements d'affectation des terres. Un tel système pourrait associer une carte de base (ou d'autres sources d'informations spatiales) de la superficie forestière et de l'utilisation des terres au 31 décembre 1989 et des données spatiales sur l'utilisation des terres et la superficie forestière pour les années ultérieures. On pourra alors déterminer les changements relatifs à l'utilisation des terres et à la superficie forestière à l'aide d'une série temporelle de données spatiales. On devra quelquefois recourir à l'interpolation des données, par exemple, lorsqu'une carte de base a été obtenue à partir d'images satellite composites obtenues sur plusieurs années, ce qui est souvent le cas lorsqu'on ne peut pas obtenir une couverture nationale complète à partir d'un seul point temporel en raison de la couverture nuageuse, des défaillances des capteurs ou d'autres raisons techniques.

Bien souvent, il n'est pas possible d'effectuer une couverture complète répétée annuelle de l'ensemble du pays. Lors de la mise en œuvre de stratégies d'échantillonnage temporelles et spatiales, les *bonnes pratiques* consistent à s'assurer que les méthodes d'échantillonnage sont statistiquement correctes, bien documentées et transparentes, et que des estimations de l'incertitude sont fournies (voir Sections 2.4.2 Méthodes d'échantillonnage ; 4.2.4.3 Évaluation de l'incertitude ; 5.2 Identification et quantification des incertitudes ; et 5.3 Échantillonnage). Une pré-stratification appropriée du pays (voir Section 4.1.1, Point 1.3), avec estimations échantillons, peut réduire l'incertitude.

Notification des activités

L'identification des terres faisant l'objet d'activités relevant des Articles 3.3 et 3.4 peut être effectuée par la mise en œuvre d'un système de notification d'activités. Par exemple, étant donné la difficulté à télédétecter les activités de boisement, qui se produisent souvent en dehors de la zone couverte par les inventaires forestiers existants, un pays peut choisir d'identifier ces terres à l'aide d'un système de notification d'activités. Plutôt que de tenter de détecter des activités de boisement à partir de systèmes d'inventaires ou de surveillance, les pays peuvent demander aux entités ou organisations chargées du boisement ou reboisement de terres de déclarer leurs activités. Ce type de système peut être aussi très utile pour obtenir des informations qui ne peuvent pas être facilement obtenues par télédétection, par exemple au sujet de la gestion des terres cultivées ou des pâturages.

Les systèmes de notification peuvent inclure des bases de données spatiales facilitant la compilation des informations pertinentes sur les activités. Conformément aux *bonnes pratiques*, on inclura l'emplacement et la superficie sur laquelle a lieu l'activité, ainsi que des informations pertinentes pour l'estimation des variations des stocks de carbone (méthodes de préparation des sites, espèces arborées plantées, volume réel et volume prévu de croissance pour la terre, etc.)

Conformément aux *bonnes pratiques*, les Parties qui utilisent des systèmes de notification d'activités, qui incluent des procédures d'audit interne et de vérification, doivent s'assurer que les activités ne sont ni sur-comptabilisées ni sous-comptabilisées. Des données administratives sur des programmes ou subventions relatifs à des activités de boisement peuvent ne pas inclure des données sur le succès des plantations. Des informations spatialement explicites, à savoir la délimitation des unités de terre, ou des références aux coordonnées de grilles cartographiques nationales (UTM, grille de Mercator transverse universelle, par exemple) ou une description légale des unités de terre faisant l'objet d'activités, sont nécessaires pour l'audit interne et la vérification du système de notification.

Des informations plus détaillées sur l'identification des terres sont présentées dans les sections spécifiques aux activités du présent chapitre (Sections 4.2.5 à 4.2.10).

4.2.3 Points méthodologiques généraux pour l'estimation des variations des stocks de carbone et des émissions de gaz à effet de serre sans CO₂

Après identification des terres faisant l'objet d'activités relevant des Articles 3.3 et 3.4, les Accords de Marrakech stipulent que les variations des stocks de carbone et les émissions de gaz à effet de serre sans CO₂ sur ces terres doivent être estimées. Les méthodes d'estimation générales de ces variations, pour tous les bassins à notifier (voir ci-dessous), sont décrites au Chapitre 3 (Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur CATF). La présente section contient des recommandations supplémentaires applicables à toutes les activités relevant des Articles 3.3 et 3.4. Des recommandations pour des activités spécifiques figurent aux Sections 4.2.5 à 4.2.10.

La couverture des activités relevant des Articles 3.3 et 3.4 requiert l'estimation de toutes les variations des stocks de carbone et des émissions et absorptions de gaz à effet de serre sans CO₂ (quelle qu'en soit la cause, par exemple, croissance, récoltes, perturbations naturelles, décomposition, etc.) pour toutes les terres faisant l'objet d'activités

incluses et pour tous les bassins, avec omission, au gré de la Partie, de ceux qui ne sont pas source de carbone, si on utilise des méthodes de niveaux supérieurs pour les catégories clés.

La méthodologie utilisée pour estimer les émissions et absorptions de gaz à effet de serre pour une année donnée (1990, 2008, 2009, ..., ou 2012) dépend de l'utilisation des terres pour l'année courante et les années antérieures, en raison des changements de catégories ou d'affectation des terres qui peuvent se produire dans le temps (voir Section 4.1.2). Par conséquent, les méthodologies peuvent varier entre les unités de terre ou les terres dans une catégorie relevant de l'Article 3.3 ou de l'Article 3.4²⁵. La méthodologie utilisée pour calculer les émissions ou absorptions de gaz à effet de serre associées à une unité de terre ou une terre pour une année donnée doit correspondre à l'utilisation des terres réelle sur cette terre pour cette année, et être complétée par d'autres méthodologies pour tenir compte des utilisations et des changements d'affectation des terres antérieures, s'il y a lieu. Si l'utilisation des terres pour l'année courante ne correspond pas à une activité relevant de l'Article 3.3 ou à une activité prise en compte relevant de l'Article 3.4, et si des changements d'affectation des terres pendant les années antérieures n'ont pas nécessité de notification, dans ce cas la terre ne fait pas l'objet de notification aux termes du Protocole de Kyoto.

4.2.3.1 BASSINS A NOTIFIER

Les *Lignes directrices du GIEC* présentent des méthodologies pour l'estimation des variations des stocks de carbone de deux grands bassins de carbone : la biomasse et le carbone organique des sols ; elles précisent que la matière organique morte est un domaine qui reste à l'étude pour ce qui est de son insertion dans les futurs inventaires. Les Accords de Marrakech spécifient que les variations des stocks de carbone dans cinq bassins doivent être notifiées : biomasse aérienne, biomasse souterraine, bois mort, litière et carbone organique des sols (Tableau 3.1.2). Des diminutions dans un bassin peuvent être compensées par des augmentations dans un autre bassin, par exemple, les bassins de biomasse diminuent après une perturbation, mais ceux de la litière et du bois mort peuvent augmenter. Par conséquent, la variation dans un bassin individuel peut être supérieure à la variation nette de l'ensemble des bassins.

Après estimation et notification des bassins individuels pour une superficie spécifique, on calcule la somme des augmentations ou diminutions des stocks de carbone dans les cinq bassins. Toute diminution nette des stocks de carbone est convertie en émissions de CO₂ dans les tableaux de notification (voir Section 4.2.4.3) et toute augmentation nette est notifiée en tant qu'absorption de CO₂. On convertit les variations des stocks de carbone en émissions et absorptions de CO₂ en multipliant la variation des stocks de carbone nette par 44/12 (rapport stochiométrique de CO₂ et C) et en convertissant le signe : une diminution des stocks de carbone (signe négatif) produit des émissions dans l'atmosphère (signe positif) et inversement. Le stockage du carbone dans les produits ligneux récoltés n'est pas inclus dans la notification étant donné qu'il ne figure pas dans la liste des bassins stipulés par les Accords de Marrakech. Le Chapitre 3 présente des définitions précises des bassins de carbone (Tableau 3.1.2). Si les circonstances nationales nécessitent la modification de ces définitions, les raisons et la documentation relatives à cette modification doivent être fournies, ainsi que les critères utilisés pour différencier les bassins de carbone. Conformément aux *bonnes pratiques*, on fournira ces informations pour les bassins individuels inclus dans la notification, et pour les variations totales des stocks de carbone des cinq bassins.

Les Accords de Marrakech spécifient qu'une Partie peut choisir de ne pas inclure un bassin pour une période d'engagement, à condition de fournir des informations transparentes et vérifiables démontrant que ce bassin n'est pas une source²⁶. Pour ce faire, conformément aux *bonnes pratiques*, on peut utiliser les méthodes suivantes :

- Échantillonnage et analyse représentatifs et vérifiables démontrant que le bassin n'a pas diminué. Dans ce cas, les *bonnes pratiques* consistent à mesurer le bassin sur un nombre suffisant de sites, dans plusieurs régions, pour assurer la confiance statistique, et à documenter les méthodes d'échantillonnage et d'étude ;
- Raisonnement basé sur la connaissance des réactions probables des écosystèmes. Par exemple, si des terres cultivées sont converties en terres forestières par boisement ou reboisement, le bassin de bois mort ne peut pas diminuer, car normalement il n'y a pas de bois mort sur les terres cultivées (si elles ne contiennent pas d'arbres, c'est-à-dire si elles ne contiennent pas de brise-vent, n'étaient pas des vergers, et n'étaient pas un autre système agroforestier) ;
- Études de documentation scientifique validée par des tiers experts sur l'activité, le type d'écosystème, la région et le bassin en question (montrant, par exemple, que dans le contexte climatique et avec les types de sols de la région, le boisement ou reboisement des terres cultivées conduit à des augmentations des stocks de carbone organique des sols) ; ou
- Méthodes combinées.

²⁵ Par exemple, deux unités de terre peuvent être dans la catégorie de gestion des terres cultivées. Mais l'une d'elles peut être le résultat d'une conversion de prairies en terres cultivées, et l'autre de la poursuite d'une gestion des terres cultivées, et par conséquent, les méthodes d'évaluation des gaz à effet de serre doivent tenir compte des différentes valeurs de carbone des sols résultant de leur différentes gestions dans le temps.

²⁶ Voir paragraphe 21 dans l'Annexe du projet de décision -/CMP.1 (Utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie), contenu dans le document FCCC/CP/2001/13/Add.1, p.62.

Les *bonnes pratiques* consistent à indiquer, s'il y a lieu, les niveaux de confiance des estimations à l'origine de l'omission d'un bassin, et comment ce niveau de confiance a été calculé (voir aussi Section 4.2.4.2, Évaluation de l'incertitude).

4.2.3.2 ANNEES POUR LESQUELLES ON DOIT ESTIMER LES VARIATIONS DES STOCKS DE CARBONE ET LES EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE SANS CO₂

Les Accords de Marrakech spécifient que les variations des stocks de carbone pour chaque unité de terre faisant l'objet d'activités relevant de l'Article 3.3, et pour les terres faisant l'objet d'activités prises en compte relevant de l'Article 3.4 doivent être notifiées pour chaque année de la période d'engagement²⁷, en commençant au début de la période d'engagement, ou au début de l'activité, selon la dernière de ces dates.

Pour être sûr de notifier des variations réelles des stocks de carbone, et non pas des phénomènes secondaires dus à des changements de superficie dans le temps, on devra calculer les variations des stocks de carbone comme suit : pour chaque unité de terre ou terre, on calculera d'abord la variation des stocks de carbone pour l'année étudiée, et ces variations seront ensuite ajoutées pour toutes les superficies. La procédure inverse, c'est-à-dire le calcul des stocks de carbone pour toutes les superficies aux points temporels t1 et t2 suivi du calcul de la différence des stocks de carbone, peut donner lieu à des erreurs si la superficie aux points temporels t₁ et t₂ n'est pas la même, et est donc déconseillée²⁸.

Les *bonnes pratiques* consistent donc à effectuer tous les calculs des variations des stocks de carbone et des émissions de gaz à effet de serre pour la superficie à la fin de l'année d'inventaire, et à utiliser cette méthode avec cohérence dans le temps.

Concrètement, si l'activité a commencé le 1^{er} juillet 2009, les variations des stocks de carbone et les émissions de gaz à effet de serre devront être notifiées pour chacune des quatre dernières années de la période d'engagement, 2009-2012. Si l'activité a débuté après 1990 mais avant le 1^{er} janvier 2008, la notification des variations des stocks de carbone et des émissions de gaz à effet de serre pour la période d'engagement devra couvrir chacune des cinq années de la période d'engagement, du 1^{er} janvier 2008 au 31 décembre 2012. Ces prescriptions de notification, en fonction du temps, sont résumées au Tableau 4.2.3. Dans le cas de différences entre la somme des cinq rapports annuels et le rapport pour l'ensemble de la période d'engagement, ces différences doivent être examinées et rectifiées à la fin de la période d'engagement (voir Sections 4.2.3.3, 4.2.4.1.1 et Chapitre 5).

Début de l'activité	Année civile pour laquelle la notification est nécessaire				
	2008	2009	2010	2011	2012
Avant 2008	N	N	N	N	N
En 2008	N	N	N	N	N
En 2009		N	N	N	N
En 2010			N	N	N
En 2011				N	N
En 2012					N

Chaque activité (boisement, reboisement, déboisement, gestion des forêts, gestion des terres cultivées, gestion des pâturages, et restauration du couvert végétal) peut consister en une série de pratiques et peut commencer avec une ou plusieurs d'entre elles. Par exemple, un programme de boisement peut commencer par une planification, des achats de terres, la production de matériel de propagation, etc. Des opérations comme la préparation des sites peuvent aussi précéder les plantations ou les ensemencements (à la suite de quoi la terre devient réellement une « forêt »). Certaines de ces opérations sont sans effet sur les stocks de carbone, alors que d'autres, comme la préparation des sites, peuvent entraîner d'importantes émissions de carbone, oxyde d'azote ou de méthane. Les *bonnes pratiques* consistent à interpréter le début d'une activité comme le début sur place des variations des stocks de carbone et/ou des émissions sans CO₂ résultant d'une de ces activités. Par exemple, si un boisement inclut la préparation des sites, conformément aux *bonnes pratiques*, on inclura les variations des stocks de carbone résultant de cette préparation. Pour ce faire, on

²⁷ Voir paragraphe 5 à l'Annexe du projet de décision -/CMP.1 (Article 7) dans le document FCCC/CP/2001/13/ Add.3, p. 22.

²⁸ Par exemple, si la superficie d'une activité relevant de l'Article 3.4 est de 100 ha au début d'une année d'inventaire et de 200 ha à la fin de cette même année, la différence entre les stocks de carbone sur les 200 ha pendant l'année d'inventaire doit être calculée – sinon, les stocks de carbone au début de l'année (X tonnes de C / ha • 100 ha) sont toujours inférieurs aux stocks de carbone à la fin de l'année (Y tonnes de C / ha • 200 ha), et une augmentation apparente serait simplement le résultat de la présence des stocks de carbone lorsque la superficie augmente.

peut a) mesurer les stocks de carbone sur le site avant le début des opérations associées à l'activité (au cas où les variations des stocks de carbone sont estimées à l'aide de plusieurs méthodes de mesures des stocks), ou b) s'assurer que l'estimation des variations des stocks inclut une estimation des émissions résultant des ces opérations initiales.

4.2.3.3 INTERVALLES DE NOTIFICATION ET DE MESURES

Selon les Accords de Marrakech, toutes les émissions par les sources et les absorptions par les puits résultant d'activités relevant de l'Article 3.3 et d'activités prises en compte relevant de l'Article 3.4 doivent être notifiées annuellement²⁹. Un certain nombre de méthodes permettent d'obtenir des estimations annuelles, et la prescription de notification annuelle ne signifie pas que des mesures sur le terrain annuelles sont nécessaires, car ceci ne serait ni pratique ni économique. En fait, même si, en général, des mesures plus fréquentes réduiront les incertitudes, le contraire peut aussi se produire en raison de la variabilité à court terme, examinée à la Section 4.2.3.7, Variabilité interannuelle. En général, les variations des stocks de carbone dans des bassins pour lesquels il existe une incertitude élevée (carbone organique des sols, par exemple) ne sont pas détectables sur une échelle annuelle ou à court terme. Lorsque des pays développent et choisissent des méthodes pour satisfaire à leurs obligations en matière de notification, ils doivent rechercher un équilibre qui est économique, exploite pleinement les données déjà disponibles et permet la vérification des variations des stocks conformément aux méthodologies décrites au Chapitre 5 (Section 5.7 Vérification), et ils doivent veiller à ne pas établir d'inventaires susceptibles d'être influencés par les fluctuations météorologiques annuelles. La Section 4.2.3.7 suggère qu'une collecte quinquennale des données sur le terrain peut représenter un compromis raisonnable ; mais la périodicité des mesures dépend aussi du bassin et de l'ampleur des variations prévues par rapport à la variabilité spatiale dans le bassin et aux incertitudes associées aux évaluations de l'importance du bassin. Par exemple, les variations du carbone des sols sont souvent détectées uniquement sur de longues échelles temporelles. Des données annuelles, telles que des statistiques de plantations ou de récoltes, peuvent être associées à des mesures effectuées à des échelles temporelles plus longues – qui sont moins soumises aux effets des fluctuations annuelles – ou à des données basées sur une moyenne mobile sur cinq ans.

4.2.3.4 CHOIX DE LA METHODE

L'estimation des variations des stocks de carbone et des émissions de gaz à effet de serre sans CO₂ résultant d'activités relevant de l'Article 3.3 et d'activités prises en compte relevant de l'Article 3.4 doit être en accord avec les méthodes décrites au Chapitre 3. Pour chaque unité de terre aux termes de l'Article 3.3 ou chaque terre aux termes de l'Article 3.4, conformément aux *bonnes pratiques*, on utilisera le même niveau méthodologique ou un niveau supérieur pour estimer les variations des stocks et les émissions de gaz à effet de serre que celui utilisé pour la même terre dans l'inventaire de la CCNUCC, en suivant les recommandations du Chapitre 3 du présent rapport. La seule exception à cette règle concerne la restauration du couvert végétal : si les terres faisant l'objet de la restauration ne sont pas des catégories clés, la restauration du couvert végétal n'est pas une catégorie clé. Si les terres faisant l'objet de la restauration sont des catégories clés dans l'inventaire de la CCNUCC³⁰, on peut traiter la restauration comme une catégorie clé, ou bien appliquer un test séparé pour identifier la « catégorie clé » à utiliser (voir Chapitre 5, Section 5.4.4 Identification des catégories clés conformément aux Articles 3.3 et 3.4 du Protocole de Kyoto).

Le Niveau 1, décrit au Chapitre 3, suppose que la variation nette des stocks de carbone pour les bassins de la litière (sol des forêts), du bois mort et du carbone organique des sols (COS) est nulle, mais les Accords de Marrakech spécifient que la biomasse aérienne et souterraine, la litière, le bois mort et le COS doivent tous être comptabilisés, sauf si le pays choisit d'omettre un bassin pour lequel il peut démontrer qu'il ne s'agit là d'une source. En conséquence, le Niveau 1 ne peut être appliqué que si on peut démontrer, à l'aide des méthodes décrites à la Section 4.2.3.1, que les bassins de la litière, du bois mort et COS ne sont pas une source. De même, ce niveau méthodologique ne pourra être appliqué que si la gestion des forêts n'est pas considérée comme une catégorie clé, ce qui ne peut être le cas que si les « forêts restant forêts » au Chapitre 3 ne sont pas une catégorie clé.

4.2.3.5 EXCLUSION DES EFFETS INDIRECTS, NATURELS ET ANTERIEURS A 1990

Les Accords de Marrakech précisent que l'on doit fournir des informations indiquant si les émissions anthropiques par les sources et les absorptions anthropiques par les puits de gaz à effet de serre ayant pour origine les activités relevant des Articles 3.3 et 3.4 excluent les absorptions découlant de concentrations élevées de dioxyde de carbone, supérieures aux niveaux préindustriels, de dépôts indirects d'azote, et des effets dynamiques de la structure par âge

²⁹ On notera que bien qu'une notification annuelle soit requise, les pays peuvent notifier annuellement ou pendant la totalité de la période d'engagement (cf. paragraphe 8(d) à l'Annexe du projet de décision -/CMP.1 (Modalités de comptabilisation des quantités attribuées), contenu dans le document FCCC/CP/2001/13/Add.2, p.59).

³⁰ Ceci est possible lorsque les terres cultivées ou les prairies sur lesquelles la restauration du couvert végétal se produit sont des catégories clés en ce qui concerne l'inventaire CCNUCC, alors que la superficie sur laquelle la restauration du couvert végétal se produit peut être très petite comparée à celles faisant l'objet d'une gestion des terres cultivées ou des prairies.

découlant d'activités antérieures au 1^{er} janvier 1990³¹. Outre la nécessité d'indiquer si les effets sont exclus, les Parties qui choisissent de les exclure devront aussi indiquer les méthodes utilisées. Pour la comptabilisation aux termes du Protocole de Kyoto pour la première période d'engagement, la question de « l'exclusion » a été résolue par la limitation des crédits carbone pour la gestion des forêts aux termes des Articles 3.4 et 6. La question de « l'exclusion » est actuellement à l'étude auprès du GIEC et ne sera donc pas examinée plus en détail ici.

4.2.3.6 PERTURBATIONS

Les perturbations incluent des processus qui diminuent ou redistribuent les bassins de carbone des écosystèmes terrestres. Les feux, les tempêtes de vent, les invasions parasitaires, les inondations, les tempêtes de verglas, etc. sont des exemples de perturbations. Bien que les perturbations puissent être naturelles ou anthropiques, ou d'origine inconnue, elles influent sur le cycle de carbone des forêts gérées et d'autres terres gérées, et doivent donc être incluses dans les évaluations des variations des stocks de carbone et des gaz à effet de serre pour les terres qui font l'objet d'activités relevant des Articles 3.3, 3.4 ou 6. Ces perturbations sont aussi prises en compte dans les inventaires aux termes de la CCNUCC (voir Chapitre 3, par exemple, l'Introduction à la Section 3.2 Terres forestières).

Étant donné que les forêts non gérées et autres terres non gérées ne sont pas incluses dans les prescriptions de notification de la CCNUCC ou du Protocole de Kyoto, les perturbations dans des zones qui restent inchangées ne sont pas prises en compte.

On peut identifier quatre grands effets des perturbations sur les écosystèmes gérés. Premièrement, les perturbations peuvent entraîner des émissions atmosphériques directes de carbone et de gaz à effet de serre sans CO₂ (pendant des feux, par exemple) ou des transferts de carbone hors de l'écosystème (pendant les récoltes, par exemple). Deuxièmement, elles redistribuent le carbone entre les bassins de l'écosystème (par exemple, transfert de la biomasse vivante dans le bassin du bois mort et de la litière). Troisièmement, elles entraînent des émissions postérieures, par exemple, par la décomposition de biomasse résiduelle après une perturbation. Quatrièmement, elles modifient les effets dynamiques de la classe d'âge du peuplement par rapport à la trajectoire de croissance. Les modèles de Niveau 3 qui estiment les variations des stocks de carbone dans des paysages forestiers simulent ces processus et intègrent les effets des perturbations sur les stocks de carbone du peuplement et au niveau du paysage. (Kurz *et al.*, 1992 ; Kurz et Apps, 1999).

Dans ce contexte, on tiendra compte des points suivants :

- Les variations des stocks de carbone et les émissions de gaz à effet de serre sans CO₂ résultant des perturbations sur des terres faisant l'objet d'une activité relevant de l'Article 3.3 (boisement, reboisement, et déboisement) ou d'une activité prise en compte relevant de l'Article 3.4 (gestion des forêts, etc.) doivent être incluses dans les données d'inventaires. Voir, par exemple, la Section 3.2.1.1 pour des recommandations sur l'estimation et la notification des variations des stocks de carbone et la Section 3.2.1.4 pour les émissions de gaz à effet de serre imputables aux feux. Si les variations des stocks de carbone résultant des perturbations n'ont pas été incluses dans la notification aux termes de la CCNUCC, elles doivent être ajoutées à la notification aux termes du Protocole de Kyoto.
- Les variations des stocks de carbone et les émissions de gaz à effet de serre sans CO₂ résultant de perturbations pendant la période d'engagement sur des terres faisant l'objet de projets (Article 6) doivent être incluses dans les données d'inventaire.
- Si des activités de gestion associées aux projets (Article 6, par exemple) entraînent la réduction ou la prévention de perturbations (lutte anti-incendie ou anti-parasitaire), les stocks de carbone peuvent varier par rapport à un niveau de référence (avec perturbations). Les *bonnes pratiques* consistent à estimer et inclure les variations des stocks de carbone réelles qui se produisent dans la zone du projet.

4.2.3.7 VARIABILITE INTERANNUELLE

Le taux annuel des émissions et absorptions nettes de carbone dans un écosystème est fortement influencé par les conditions météorologiques locales, la variabilité climatique, les pratiques de gestion, les variations des perturbations naturelles et d'autres facteurs qui modifient les taux de croissance et de décomposition (Griffis *et al.*, 2000 ; Tian *et al.*, 1998 ; Flanagan *et al.*, 2002). Par conséquent, le taux des émissions et absorptions nettes de carbone sur une superficie donnée peut varier d'une année à l'autre et entre source nette et puits net au cours d'années successives.

La variabilité interannuelle présente deux aspects, qui doivent être examinés séparément. En premier lieu, les statistiques nationales sur la variation interannuelle des taux de récoltes, changement d'affectation des terres, ou perturbations naturelles, telles que la superficie brûlée, sont en général disponibles, et les *bonnes pratiques* consistent à les inclure dans le calcul des variations des stocks de carbone. En second lieu, les variations des taux de croissance et de décomposition résultant des variations saisonnières et annuelles des conditions environnementales, telles que les régimes hygrométriques, températures, ou durée de la saison de croissance, sont beaucoup plus difficiles à quantifier.

³¹ Voir paragraphe 7 à Annexe du projet de décision -/CMP.1 (Article 7), contenu dans le document FCCC/CP/2001/13/Add.3, p. 23.

Les effets de la variabilité interannuelle des conditions environnementales sur les estimations des taux annuels d'émissions et d'absorptions nettes de carbone peuvent conduire à des conclusions incorrectes pour les tendances à long terme lors de l'extrapolation d'estimations pour une année. De même, l'interpolation de tendances à long terme, pour des taux de croissance forestière, par exemple, peuvent donner lieu à des sous- ou surestimations de la croissance réelle pour une année. Les fonctions de croissance forestière et les tableaux des rendements utilisés dans des pays où les systèmes de planification de gestion des forêts sont basés sur des mesures périodiques de la croissance (mesures effectuées tous les cinq ou dix ans, par exemple) et, par conséquent, intègrent et moyennent les effets de la variabilité interannuelle antérieure des conditions environnementales. Une méthode conforme aux *bonnes pratiques* consiste à utiliser ces fonctions de croissance pour estimer les taux de croissance de la biomasse, car elles représentent les taux de croissance moyenne et sont donc peu influencées par des fluctuations à court terme des conditions environnementales.

Dans le cas de l'utilisation de fonctions de croissance et de rendement empiriques pour l'estimation de la croissance des peuplements, les *bonnes pratiques* consistent à évaluer les effets potentiels de la variabilité interannuelle des conditions environnementales, par exemple, en comparant la croissance prévue et réelle sur des parcelles échantillons permanentes réparties régionalement. Lorsque les prévisions d'augmentation périodiques (cinq ans, par exemple) sont toujours sur- ou sous-estimées, les estimations de croissance devront être ajustées en conséquence. Les pays qui utilisent des modèles fondés sur les processus pour simuler la variabilité annuelle de la croissance des peuplements et d'autres variations des peuplements doivent aussi évaluer ces prévisions par rapport à des mesures périodiques des variations des stocks sur des parcelles échantillons permanentes et ajuster les prévisions en conséquence.

Outre les variations des stocks de carbone et les émissions de gaz à effet de serre sans CO₂ pendant la période d'engagement, le Protocole de Kyoto requiert une estimation des variations des stocks de carbone pendant l'année de référence (1990 dans la plupart des cas) pour les activités prises en compte pour lesquelles la comptabilisation net net est applicable (Tableau 4.1.1). L'effet de cette estimation pour une année individuelle peut être important car il sera comparé à des estimations pour chaque année de la période d'engagement pendant laquelle l'activité a eu lieu. Les effets de la variabilité interannuelle pendant l'année de référence peuvent donc être importants. Le sens des effets est fonction de l'écart de l'année 1990 par rapport aux moyennes climatiques à long terme. De plus, il peut être difficile de confirmer l'estimation pour l'année de référence à l'aide de mesures directes, sauf si celles-ci avaient déjà été effectuées en 1990. Si en raison des conditions environnementales pendant l'année de référence (1990, par exemple) les variations des stocks de carbone et les émissions de gaz à effet de serre sans CO₂ présentaient des écarts importants par rapport à leurs moyennes à long terme (cinq ans, par exemple), les *bonnes pratiques* consistent à notifier les émissions avec cohérence en utilisant des moyennes à long terme des conditions environnementales ou des estimations annuelles des émissions pour l'estimation des variations des stocks et des émissions de gaz à effet de serre sans CO₂.

Les effets de la variabilité interannuelle peuvent diminuer avec l'augmentation de la zone géographique étudiée. Par exemple, les effets des conditions météorologiques locales peuvent partiellement s'annuler mutuellement dans le cas d'un grand pays, mais peuvent être très marqués dans le cas d'un petit pays ou d'une petite région. Mais certains processus climatiques, comme El Niño-Oscillation australe (ENSO), peuvent synchroniser des variations météorologiques sur de grandes régions, et ces processus se déroulent en général sur des échelles temporelles de trois à sept ans, et il en est de même pour des changements climatiques mondiaux. En général, plus l'intervalle de mesure ou d'estimation est long, plus il est probable que les résultats représentent la valeur moyenne à long terme vraie. Lorsque des processus non linéaires entrent en jeu (accumulation sigmoïdale de la biomasse forestière dans le temps, par exemple), une interpolation linéaire simple pour les années intermédiaires deviendra de moins en moins fiable avec des périodes plus longues. En général, une période moyenne de cinq ans réduira probablement les effets de la variabilité interannuelle.

Conformément aux *bonnes pratiques*, on indiquera si les méthodes choisies pour estimer les variations des stocks de carbone et les émissions de gaz à effet de serre sans CO₂ sont sensibles à la variabilité interannuelle des conditions environnementales pendant la période d'engagement, et si la variabilité interannuelle a été prise en compte dans les calculs d'inventaires.

4.2.4 Autres points méthodologiques généraux

4.2.4.1 ÉTABLISSEMENT DE SERIES TEMPORELLES COHERENTES

Les terres faisant l'objet d'activités relevant de l'Article 3.3 ou d'activités prises en compte relevant de l'Article 3.4 et leur gestion doivent être suivies en permanence dans le temps, pour assurer la notification de toutes les émissions et absorptions. De plus, la continuité de la gestion influe considérablement sur les émissions et absorptions de carbone, et les changements de gestion ou d'affectation des terres sont souvent des périodes associées aux plus grandes variations des stocks de carbone. On ne peut pas se contenter, par exemple, de déclarer que 10 pour cent d'une terre cultivée gérée n'a pas fait l'objet d'un travail du sol pendant une période spécifiée. Le taux de variation des stocks de carbone pour la superficie totale dépend du fait de savoir si ces mêmes 10 pour cent sont restés sans travail du sol ou si les 10 pour cent sans travail du sol se situent sur une autre partie de la superficie pour d'autres années. Conformément aux *bonnes pratiques*, on suivra donc en permanence la gestion des terres faisant l'objet d'activités relevant de l'Article 3.3 et d'activités prises en compte relevant de l'Article 3.4 (voir aussi l'Encadré 4.2.1).

L'évaluation de la continuité de la gestion des terres peut être obtenue par suivi continu des terres faisant l'objet d'activités relevant de l'Article 3.3 ou d'activités prises en compte relevant de l'Article 3.4 depuis 1990 jusqu'à la fin de la période d'engagement (voir Section 4.2.7.2 Choix de méthodes pour l'identification des terres à gestion des forêts), ou en développant des techniques d'échantillonnage statistique qui permettent de déterminer les changements de gestion sur des terres faisant l'objet d'activités relevant de l'Article 3.3 ou d'activités prises en compte relevant de l'Article 3.4 (voir Section 5.3 Échantillonnage). Un exemple de ce type de suivi figure dans l'Encadré 4.2.1.

L'établissement d'une série temporelle cohérente exige également l'application des mêmes méthodes d'estimation des variations des stocks de carbone et des émissions de gaz à effet de serre sans CO₂ pour la totalité de la période.

La cohérence des séries temporelles est analysée en détail à la Section 5.6 (Cohérence des séries temporelles et Recalculs) du présent rapport.

ENCADRE 4.2.1

EXEMPLE DE COHERENCE EN MATIERE DE PRATIQUES DE GESTION

Pour estimer les variations des stocks de carbone des sols, par des méthodes de Niveaux 1, 2 ou 3, les pratiques de gestion sur les terres étudiées doivent être suivies en permanence. Idéalement, la gestion de chaque terre devrait être suivie explicitement. Mais ce type de données n'est pas toujours disponible. Une autre méthode consiste à estimer l'historique *moyen* des terres faisant l'objet d'une gestion donnée. Examinons l'exemple suivant.

Exemple : Gestion des terres cultivées

Supposons une région de terres cultivées de 10 000 ha, dont 5 000 sans travail du sol (ST) en l'an 2000, alors que ce chiffre était de 2 000 ha en 1990. Le reste fait chaque année l'objet d'un travail du sol classique (TC). Pour simplifier, supposons également que la gestion des terres en 1990 était inchangée depuis longtemps (plus de vingt ans). L'estimation de la variation du carbone des sols est basée sur une matrice de coefficients ; par exemple 0,3 Mg C/ha/an pour les terres passant de TC à ST, -0,3 Mg C/ha/an pour une transition entre ST et TC. (La variation des stocks de carbone est calculée par la quantité de carbone des sols, le facteur de variation relative des stocks de carbone³², sur vingt ans, pour l'activité de gestion, et la durée de la période, un an. Voir Chapitre 3.3.1.2, et les Tableaux 3.3.3 et 3.3.4.) Malheureusement, il n'y a pas eu de système de suivi de la gestion pour les terres individuelles. Cependant, à partir d'une analyse statistique (un relevé, par exemple) on peut estimer avec une confiance raisonnable, les transitions suivantes :

TC	→	ST	3 500 ha
TC	→	TC	4 500 ha
ST	→	TC	500 ha
ST	→	ST	1 500 ha

Le gain total de carbone est donc :

$$(3\,500 \cdot 0,3 + 4\,500 \cdot 0 + 500 \cdot (-0,3) + 1\,500 \cdot 0) \text{ Mg C/an} = 900 \text{ Mg C/an.}$$

4.2.4.1.1 RECALCULS

En raison de l'augmentation des ressources pour l'établissement des inventaires et l'amélioration des données disponibles, les méthodes et données utilisées pour le calcul des estimations sont mises à jour et affinées. Le recalcul des émissions et absorptions antérieures est un exemple de *bonnes pratiques* lorsque de nouvelles méthodes sont appliquées ou des méthodes antérieures sont affinées, lorsque de nouvelles catégories de sources ou de puits sont incluses, ou lorsque des données sont mises à jour (par de nouvelles mesures, par exemple, pendant la période d'engagement ou la disponibilité de nouvelles données sur la vérification). Des recalculs peuvent aussi être nécessaires si des terres sont reclassées ultérieurement (par exemple, des terres n'ayant plus de couvert forestier mais pour lesquelles une classification dans la catégorie de terres déboisées était en instance, et a été résolue, voir Section 4.2.6.2.1).

Les Accords de Marrakech prévoient les recalculs³³, en accord avec les lignes directrices de la CCNUCC sur la notification, et précisent que des estimations antérieures devront être recalculées à l'aide des nouvelles méthodes pour toutes les années de la série temporelle. Les émissions et absorptions annuelles de gaz à effet de serre notifiées pour une année donnée pendant la période d'engagement peuvent être recalculées lors des années de notification ultérieures (jusqu'à la notification pour 2012). On prêtera particulièrement attention aux activités relevant de l'Article 3.4 pour lesquelles la comptabilisation net net s'applique, c'est-à-dire toutes les activités, à l'exception de la gestion des forêts. Pour ces activités, l'utilisation de données affinées ou mises à jour ou de méthodes modifiées devra faire l'objet d'un examen par des tiers experts ou être validée autrement avant la mise en œuvre, en particulier si les données pour l'année de référence changent à la suite des recalculs (pour d'autres recommandations, voir Chapitre 7, Section 7.3 Recalculs, dans *GPG2000* et Chapitre 5, Section 5.6.3 Recalculs et données périodiques, dans

³² Le Chapitre 3 utilise le terme de facteurs d'émission/d'absorption, alors que dans le Chapitre 4, le terme « facteur de variation des stocks de carbone » est aussi utilisé pour indiquer les facteurs d'émission/d'absorption.

³³ Voir paragraphes 4, 12 (en particulier 12(d) et 12(e)), 13 et 14(e) à l'Annexe du projet de décision -/CMP.1 (Article 5.1), contenus dans le document FCCC/CP/2001/13/Add.3, pp. 5-8.

le présent rapport). Lors du recalcul des émissions et/ou absorptions, il convient de vérifier et de s'assurer de la cohérence des séries temporelles. Les *bonnes pratiques* consistent aussi à indiquer les raisons pour lesquelles les nouvelles estimations sont jugées plus exactes ou moins incertaines.

Autre problème possible lors du recalcul d'estimations antérieures, certains ensembles de données peuvent ne pas être disponibles pour les premières années. Il existe plusieurs solutions à ce problème, et celles-ci sont expliquées en détail au Chapitre 5, Questions communes, du présent rapport et à la Section 7.3, Recalculs, de *GPG2000*.

4.2.4.2 ÉVALUATION DE L'INCERTITUDE

Selon les Accords de Marrakech, les incertitudes devront être quantifiées et toutes les informations sur les émissions anthropiques de gaz à effet de serre par les sources et les absorptions par les puits qui résultent d'activités relevant des Articles 3.3 et 3.4 doivent être situées dans les intervalles de confiance définis dans tout guide des bonnes pratiques du GIEC et conformes aux décisions pertinentes de la CDP/RDP³⁴. En général, les méthodologies présentées aux Chapitres 2 et 3 et aux Sections 5.2 Identification et quantification des incertitudes, et 5.3 Échantillonnage, peuvent servir à évaluer les incertitudes associées aux estimations notifiées pour le secteur UTCATF aux termes de la CCNUCC et du Protocole de Kyoto. Cependant, certaines questions et termes spécifiques au Protocole de Kyoto exigent une évaluation de l'incertitude supplémentaire, par exemple l'identification des superficies faisant l'objet d'activités relevant des Articles 3.3 et 3.4 ou la nécessité d'un suivi des activités depuis 1990. Pour la notification aux termes du Protocole de Kyoto, l'évaluation de l'incertitude est particulièrement importante afin de permettre la vérification conformément aux exigences d'assurance de la qualité et de contrôle de la qualité spécifiées au Chapitre 5.³⁵ De plus, pour être en accord avec les *bonnes pratiques*, les incertitudes des estimations d'inventaire devront être réduites autant que possible. Par ailleurs, lors du choix d'un niveau particulier pour l'estimation des variations des stocks de carbone et des émissions de gaz à effet de serre sans CO₂, conformément aux *bonnes pratiques*, il convient d'examiner les conséquences de ce choix pour la gestion des incertitudes.

4.2.4.2.1 IDENTIFICATION DES INCERTITUDES

Pour une énumération complète et une explication de chaque source d'incertitude possible pertinente dans l'inventaire aux termes de la CCNUCC, le lecteur est prié de se référer aux Chapitres 2 et 3. Dans le contexte du Protocole de Kyoto, les sources d'incertitude suivantes seront probablement significatives :

- Erreurs de définition, par exemple biais ou divergences résultant de l'interprétation et de la mise en œuvre de définitions dans le Protocole de Kyoto et les Accords de Marrakech (y compris le risque de divergence entre les données disponibles et l'interprétation des définitions par les Parties) ;
- Erreurs de classification, telles que les erreurs de classification des utilisations et des changements d'affectation des terres (classification en terres forestières ou terres non forestières, avec risques d'erreurs pour les terres forestières temporairement sans peuplements, par exemple) ;
- Erreurs de données d'activités (distinction entre le cycle récoltes-régénération (Article 3.4) par rapport au déboisement (Article 3.3) ou boisement et reboisement d'origine anthropique, par exemple) ;
- Erreurs d'estimation, telles que les erreurs d'estimation des superficies (suite à une classification incorrecte de changements, erreurs d'omission et de mise en œuvre pour la télédétection (voir ci-dessous pour plus de détails), ou résultant de l'utilisation d'échelles différentes pour l'identification des terres faisant l'objet de diverses activités, par exemple, boisement/reboisement par rapport à déboisement, ou modifications des procédures d'échantillonnage et/ou des densités dans le temps) ;
- Erreurs d'identification lors de la définition des limites géographiques de superficies englobant des terres ou unités de terre faisant l'objet d'activités relevant des Articles 3.3 et 3.4 (bien que ceci puisse ne pas avoir d'effet direct sur l'incertitude des estimations des variations des stocks de carbone pour une activité donnée) ;
- Erreurs de modélisation qui se produisent chaque fois que des modèles ou des équations allométriques sont utilisées pour estimer des variations des stocks de carbone ou des émissions et absorptions de gaz à effet de serre sans CO₂, ce qui sera probablement le cas aux niveaux méthodologiques supérieurs. Il peut être très laborieux de suivre la propagation des erreurs dans des modèles complexes interconnectés. En général, ce suivi peut introduire

³⁴ Ceci renvoie au paragraphe 6 (d) y compris la note de bas de page 5, et au paragraphe 9 y compris la note de bas de page 7 à l'Annexe du projet de décision -/CMP.1 (Article 7) contenus dans FCCC/CP/2001/13/Add.3, p.23 et p.24, respectivement.

³⁵ Par exemple, les activités relevant de l'Article 3.3 seront « ...mesurées en tant que variations vérifiables des stocks de carbone pour chaque période d'engagement... » et « ...Les émissions de gaz à effet de serre par les sources et les absorptions par les puits associées à ces activités seront notifiées de manière transparente et vérifiable... » L'Article 3.4 mentionne explicitement les incertitudes : « ...les activités anthropiques liées aux variations des émissions de gaz à effet de serre par les sources et les absorptions par les puits dans les sols agricoles et les catégories de changements d'affectation des terres et la foresterie seront ajoutées, ou soustraites, des quantités attribuées aux Parties visées à l'Annexe I, en tenant compte des incertitudes, de la transparence de la notification, [et] de la vérifiabilité... » (Protocole de Kyoto, Articles 3.3 et 3.4). Voir aussi paragraphes 3(a), 3(b) et 3(c) à l'Annexe du projet de décision -/CMP.1 (Article 5.1), contenus dans FCCC/CP/2001/13/Add.3, pp. 4-5.

d'autres incertitudes, sauf dans les cas où on peut utiliser des modèles plus simples pour estimer des plages d'incertitudes typiques qui peuvent être combinées aux estimations centrales de modèles complexes.

- Erreurs d'échantillonnage associées au nombre d'échantillons (nombre et emplacement) dans une « limite géographique ». Dans ce cas, les échantillons ne sont pas représentatifs de la variabilité temporelle et spatiale des paramètres estimés. Ceci est particulièrement critique lors de l'utilisation de la Méthode de notification 1 (décrite à la Section 4.2.2.2). Les problèmes d'échantillonnage sont décrits en détail à la Section 5.3, Échantillonnage.

Quelques remarques sur des facteurs influant sur l'incertitude

Variabilité naturelle

La variabilité naturelle est le résultat de variations au niveau de variables directrices naturelles, telles que la variabilité climatique annuelle, et la variabilité au sein d'unités de terre supposées homogènes (variabilité spatiale de sols forestiers sur une unité de terre donnée, par exemple). Si on dispose d'un nombre suffisant de données expérimentales, les *bonnes pratiques* devraient permettre de déterminer les incertitudes au niveau des parcelles et à une échelle supérieure à l'aide de méthodes statistiques standard (Tate *et al.*, 2003). Dans certains cas, en particulier pour la variabilité interannuelle ou inter-décennale, des effets importants peuvent résulter et changer le signe des émissions et absorptions nettes notifiées d'un pays ou d'une région. Dans les calculs d'inventaire, on peut réduire l'incertitude due à la variabilité naturelle en utilisant des coefficients de moyenne temporelle et en moyennant des mesures directes sur une période assez longue pour évaluer la variabilité, comme décrit à la Section 4.2.3.7 ci-dessus.

Absence de données d'activités et de documentation pour la cohérence des séries temporelles

Outre les incertitudes associées aux facteurs par défaut d'émission et d'absorption du carbone, il existe des erreurs connues dans le cas de données manquantes (cf. Section 4.2.8.1.1). La détermination rétrospective de l'inventaire pour l'année de référence (1990 pour la plupart des Parties) peut poser un problème particulier pour la gestion des terres cultivées, la gestion des pâturages, et la restauration du couvert végétal. Si on ne peut pas établir les émissions et absorptions nettes de carbone pour l'année de référence 1990 à l'aide des facteurs par défaut d'émission et d'absorption, on peut le faire par extrapolation d'une série temporelle cohérente. Ceci requiert des données sur l'historique de la gestion des terres pour les vingt dernières années, car la méthode par défaut pour l'estimation des émissions/absorptions de gaz à effet de serre suppose que le carbone des sols met vingt ans pour atteindre un nouvel équilibre après une conversion des terres à des fins agricoles. Des méthodes permettant de résoudre le problème de l'absence de données fiables pour la période entre 1970 et 1990 sont décrites à la Section 4.2.8.1.1 (Année de référence, Gestion des terres cultivées).

Résolution de la télédétection et réalité de terrain

L'utilisation d'images satellites pour les évaluations du couvert terrestre a pour but d'obtenir, pour une région inventoriée, des estimations de superficie totale, des pourcentages de catégories de couvert terrestre, ou des limites géographiques. La télédétection est particulièrement bien adaptée à une identification complète de terres et d'unités de terre lors de l'utilisation de la Méthode de notification 2 (voir Section 4.2.2.2). Une source primaire d'incertitude est la sélection d'images dont la résolution est incorrecte. Pour refléter des changements de superficies de la taille d'un hectare, la résolution des images doit être plus fine qu'un hectare. De plus, une réalité de terrain incorrecte ou insuffisante peut donner lieu à des erreurs de classification.

Des erreurs planimétriques se produisent lorsque (a) la correction géométrique n'est pas faite, est incomplète ou inexacte, (b) l'emplacement des pixels et l'emplacement de la parcelle de réalité de terrain ne coïncident pas, et (c) la définition des limites n'est pas assez exacte. Par exemple, lors de la détection de changements d'affectation des terres par une série temporelle d'images télédéteectées, le déplacement spatial des pixels d'une image échantillon à la suivante introduit des erreurs. Dans le cas de la détection d'une conversion entre terres forestières et non-forestières, ou inversement, les incertitudes associées seront plus importantes lorsque les forêts sont fragmentées. **Des erreurs de classification** résultent d'une identification incorrecte de la catégorie de couvert terrestre réelle. Elles incluent des erreurs par omissions, à savoir qu'un élément d'une population d'une certaine catégorie est omis et placé incorrectement dans une autre catégorie, et des erreurs de commission, à savoir la classification de catégories incorrectes dans une catégorie de réalité de terrain donnée.

4.2.4.2.2 QUANTIFICATION DES INCERTITUDES

Les incertitudes doivent être quantifiées à l'aide de méthodes décrites dans le présent rapport : les Chapitres 2 et 3 présentent les données nécessaires et les conseils méthodologiques sur l'estimation des incertitudes associées aux estimations des variations des stocks de carbone et des émissions. Le Chapitre 5 (voir les équations de la Section 5.2) décrit comment combiner ces estimations pour évaluer l'incertitude générale.

Les *bonnes pratiques* consistent à obtenir des intervalles de confiance par l'application d'une méthode quantitative aux données existantes. Des intervalles de confiance à des niveaux de confiance donnés fournissent une base minimale pour une simple estimation quantitative de l'incertitude. Pour être en accord avec *GPG2000*, les incertitudes devront être estimées dans des limites de confiance de 95 pour cent, à partir de l'évaluation des incertitudes des composants, fondée sur l'opinion d'experts, visant à une confiance de 95 pour cent si la quantification n'est pas possible autrement (voir Section 5.2 pour des recommandations au sujet de l'opinion d'experts).

Les incertitudes associées aux activités relevant du Protocole de Kyoto peuvent être traitées comme les autres estimations de l'incertitude, en tenant compte des points suivants :

- La clause « depuis 1990 » et l'utilisation des définitions spécifiques au Protocole de Kyoto et aux Accords de Marrakech seront probablement à l'origine d'erreurs systématiques liées à l'estimation des données d'activités requises. En raison des risques de différences entre la superficie des forêts gérées et la superficie faisant l'objet d'une gestion des forêts, et entre la superficie des prairies et la superficie faisant l'objet d'une gestion des pâturages, les superficies pour lesquelles les incertitudes sont évaluées peuvent différer entre les activités relevant du Protocole de Kyoto et les catégories correspondantes des *Lignes directrices du GIEC*.
- Des données d'activités peuvent aussi être liées à des pratiques individuelles ou des structures foncières, par exemple, le pourcentage d'exploitants de terres cultivées utilisant un apport organique donné sur un sol particulier. Si ce pourcentage est estimé après enquête, la conception de l'enquête devra intégrer une estimation de l'incertitude dépendant du niveau de sub-division des données d'inventaire, sinon l'incertitude devra être évaluée en faisant appel à l'opinion d'experts.
- Pour la gestion des terres cultivées, la gestion des pâturages et/ou la restauration du couvert végétal (si cette activité est prise en compte) des estimations de l'incertitude sont aussi nécessaires pour l'année de référence. Les incertitudes de ces estimations seront probablement plus élevées que celles pour la période d'engagement, car, souvent, cette information ne peut être obtenue que par extrapolations rétroactives ou par modélisation, plutôt que par des inventaires réels pendant ou près de l'année de référence. De plus, la détermination d'activités pendant l'année de référence, si elle est nécessaire, peut s'avérer difficile en l'absence de relevés d'utilisation des terres antérieurs à l'année de référence. La Section 4.2.8, Gestion des terres cultivées, analyse une méthode par défaut qui peut résoudre ce problème. Les incertitudes associées pourraient, en principe, être évaluées par des méthodes statistiques formelles, mais, plus probablement, l'évaluation sera basée sur l'opinion d'experts qui analyseront les plages possibles des tendances temporelles par extrapolation rétrospective. D'autres conseils sur cette façon d'obtenir des données manquantes figurent à la Section 5.6.
- Dans le cas de l'utilisation de la télédétection pour la classification de l'utilisation des terres et la détection des changements d'affectation des terres, y compris des unités de terres faisant l'objet d'activités relevant de l'Article 3.3, on peut quantifier les incertitudes en vérifiant les terres classées à l'aide de données de réalité de terrain appropriées ou d'images à résolution plus élevée (voir Sections 5.7.2 et 2.4.4). On peut utiliser une matrice de confusion, telle que celle décrite à la Section 2.4.4, pour évaluer l'exactitude.

On doit effectuer des estimations annuelles de l'incertitude séparées pour chaque activité relevant des Articles 3.3 et 3.4, pour chaque bassin de carbone notifié, chaque gaz à effet de serre et chaque emplacement géographique. Les estimations devront être présentées dans des tableaux établis sur le modèle des Tableaux 4.2.6a, 4.2.6b et 4.2.6c figurant à la Section 4.2.4.3, Notification et documentation. On présentera des tableaux séparés pour l'année de référence si GTC, GP et/ou RCV a été pris en compte. Les estimations devront être exprimées sous forme de pourcentage de la superficie et des émissions par sources ou des absorptions par puits (ou variations des stocks) notifiées aux Tableaux 4.2.6 a, b et c.

L'incertitude associée aux superficies et unités de terre doit être estimée. Lors de l'application de la Méthode de notification 1, les *bonnes pratiques* consistent à notifier une estimation séparée de l'incertitude pour chaque activité relevant de l'Article 3.3, et chaque activité prise en compte relevant de l'Article 3.4 dans une limite géographique donnée. Avec la Méthode de notification 2, chaque limite géographique fait l'objet d'une seule activité, et, par conséquent, une seule estimation de l'incertitude sera requise pour chaque limite géographique.

Lorsqu'il est difficile de déterminer les incertitudes, on utilisera des valeurs par défaut pour les incertitudes. Des recommandations sur le choix des facteurs par défaut d'émission ou d'absorption de carbone pour la gestion des terres cultivées, figurent à l'Appendice 4A.1, Outil pour l'estimation des variations des stocks de carbone des sols associés aux changements de gestion des terres cultivées et pâturages, basé sur des données par défaut du GIEC. Étant donné que ces facteurs proviennent des *Lignes directrices du GIEC*, il n'est pas possible d'attribuer des plages d'incertitude vraie. Cependant, en faisant appel à l'opinion d'experts, on peut attribuer des plages d'incertitude par défaut correspondant à un coefficient de variation (le rapport de l'écart type et de la moyenne) de 50 pour cent, basé sur une analyse d'expériences sans travail du sol à long terme en Europe dans lesquelles l'intervalle de confiance de 95 pour cent de l'estimation annuelle moyenne des émissions ou d'absorptions était de l'ordre de ± 50 pour cent de cette moyenne (Smith *et al.*, 1998). Pour ce qui est de la restauration du couvert végétal, on ne peut pas spécifier de plages d'incertitude par défaut. Conformément aux *bonnes pratiques*, une Partie prenant en compte la restauration du couvert végétal, présentera ses propres estimations de l'incertitude associée aux émissions et absorptions par tous les bassins pour les terres affectées. Ceci pourrait être calculé à l'aide de méthodes de Niveau 2 et 3 pour l'estimation des émissions et absorptions de carbone dues à la restauration du couvert végétal (voir Section 5.2 Identification et quantification des incertitudes).

Des problèmes peuvent apparaître dans le cas de données d'activités manquantes ou mal documentées. Les bases de données/statistiques courantes peuvent ne pas contenir les données d'activités nécessaires à l'application de facteurs de mise à l'échelle (à savoir, des données sur les pratiques agricoles et les amendements organiques). Dans ce cas, les estimations du pourcentage d'exploitants utilisant une pratique particulière ou un amendement organique donné

devront s'appuyer sur l'opinion d'experts, et il en sera de même pour la plage dans la fraction estimée. Une valeur par défaut de $\pm 0,2$ est suggérée pour l'incertitude dans l'estimation du pourcentage (par exemple, le pourcentage d'exploitants utilisant un amendement organique est estimé à 0,4, avec une plage d'incertitude entre 0,2 et 0,6). Le Chapitre 6 de *GPG2000*, Quantification des incertitudes en pratique, et le Chapitre 5 du présent rapport, Questions communes, contiennent des recommandations sur la quantification des incertitudes en pratique, y compris sur la combinaison de l'opinion d'experts et de données empiriques pour des estimations de l'incertitude générale.

4.2.4.2.3 REDUCTION DES INCERTITUDES

L'estimation quantitative des incertitudes contribue à identifier des sources importantes d'incertitude et à mettre en lumière des domaines susceptibles d'être améliorés afin de réduire les incertitudes des futures évaluations. En particulier, pour la notification aux termes du Protocole de Kyoto, on devra s'efforcer de communiquer toutes les estimations de l'incertitude générale à tous les organismes et/ou entreprises concernés afin de promouvoir les améliorations, à savoir moins d'incertitudes dans les futurs rapports. Conformément aux *bonnes pratiques*, on adoptera des mesures et des procédures institutionnelles pouvant contribuer à la réduction des incertitudes. Un pays, par exemple, pourra choisir d'estimer les incertitudes à l'aide de plusieurs procédures ; il obtiendra ainsi des résultats complémentaires pour la même catégorie de pays et de données, ouvrant la voie à d'autres recherches sur des sources possibles de manque de cohérence, ce qui, à terme, renforcera la fiabilité des estimations.

Souvent, les incertitudes peuvent être réduites si des superficies faisant l'objet de changements d'affectation des terres sont estimées directement en tant que catégorie individuelle au sein d'une stratification, plutôt que comme la différence entre deux estimations générales d'utilisation des terres.

Les mesures supplémentaires nécessaires à l'identification des superficies devraient contribuer à réduire les incertitudes de l'évaluation des superficies faisant l'objet d'activités relevant du Protocole de Kyoto.

Les incertitudes seront probablement réduites par la mise en œuvre de moyens visant à rendre la conception, la procédure et la fréquence de la collecte des données plus systématique, par exemple en établissant, si possible, des programmes de surveillance à long terme, statistiquement robustes.

4.2.4.3 NOTIFICATION ET DOCUMENTATION

4.2.4.3.1 NOTIFICATION

Les émissions anthropiques de gaz à effet de serre par des sources et les absorptions par des puits résultant de l'utilisation des terres, du changement d'affectation des terres et de la foresterie, estimées par les méthodes décrites ci-dessus et aux Sections 4.2.5 – 4.2.10, doivent être notifiées comme indiqué dans les Accords de Marrakech³⁶. Certaines informations sur des définitions et les activités prises en compte doivent être notifiées avant la première période d'engagement (d'ici fin 2006), et une grande partie des informations supplémentaires doit être notifiée annuellement pendant la première période d'engagement. Les informations à notifier sont résumées aux Tableaux 4.2.4a et 4.2.4b, respectivement, mais n'incluent pas les informations associées à la comptabilisation des unités d'absorption. Les *bonnes pratiques* consistent à fournir toutes les informations requises dans ces tableaux.

Des rapports annuels aux termes du Protocole de Kyoto doivent inclure des estimations des superficies de terres faisant l'objet d'activités relevant des Articles 3.3 et 3.4 (si elles sont prises en compte), des émissions par des sources et des absorptions par des puits sur ces superficies, et les incertitudes associées, à l'aide des Tableaux 4.2.5 à 4.2.7. Les *bonnes pratiques* consistent à inclure dans ces rapports des informations supplémentaires sur les méthodes utilisées pour l'identification des terres et l'estimation des émissions et absorptions.

³⁶ Voir paragraphes 4 à 9 à l'Annexe du projet de décision -/CMP.1 (Article 7), contenu dans le document FCCC/CP/2001/13/Add.3, pp.22-24.

TABLEAU 4.2.4a INFORMATIONS D'INVENTAIRES SUPPLEMENTAIRES A COMMUNIQUER AVANT LE 1^{ER} JANVIER 2007 OU UN AN APRES L'ENTREE EN VIGUEUR DU PROTOCOLE DE KYOTO POUR LA PARTIE, SELON LA DERNIERE DE CES DATES³⁷		
Informations à communiquer	Informations détaillées	Référence dans les Accords de Marrakech³⁸
Définition de la forêt par la Partie	<ul style="list-style-type: none"> • Une seule et unique valeur minimale de superficie entre 0,05 et 1 hectare ; • La largeur minimale qui définit la configuration spatiale de cette superficie (voir Section 4.2.2.5.1) ; • Une seule et unique valeur minimale de couvert forestier entre 10 et 30 pour cent ; • Une seule et unique valeur de hauteur d'arbre entre 2 et 5 mètres ; • La justification de la conformité de ces valeurs avec les informations qui ont été communiquées antérieurement à la FAO ou à d'autres organismes internationaux, et en cas de divergences, une explication indiquant pourquoi et comment ces valeurs ont été choisies. 	8 (b) et paragraphe 16 de l'Annexe du projet de décision -/CMP.1 (UTCATF), FCCC/CP/2001/13/Add.1 p.61
Activités prises en compte aux termes du paragraphe 4 de l'Article 3	<ul style="list-style-type: none"> • Une liste des activités prises en compte par la Partie ; • Des informations sur l'identification par le système national de la Partie, aux termes du paragraphe 1 de l'Article 5, des superficies associées aux activités prises en compte ; • Des informations sur l'interprétation par la Partie de la définition des activités relevant de l'Article 3.4 (quelles activités sont incluses dans la gestion des forêts, par exemple). 	8 (b) 8 (c)
La priorité ou la hiérarchie établie par la Partie concernant les activités relevant de l'Article 3.4	<ul style="list-style-type: none"> • Comme indiqué à la Section 4.1.1, les <i>bonnes pratiques</i> consistent à établir des conditions de priorité et/ou une hiérarchie parmi les activités relevant de l'Article 3.4 afin de faciliter les procédures d'estimation et de notification, et pour que les terres ne soient attribuées qu'à une seule de ces activités. 	

³⁷ Paragraphe 2 du projet de décision -/CMP.1 (Modalités de comptabilisation des quantités attribuées), contenu dans le document FCCC/CP/2001/13/Add.2, p.56.

³⁸ Les entrées dans cette colonne renvoient aux paragraphes pertinents à l'Annexe du projet de décision -/CMP.1 (Modalités de comptabilisation des quantités attribuées), contenus dans le document FCCC/CP/2001/13/Add.2, pp.57-72. Dans le tableau, il n'est pas fait nécessairement référence à *tous* les textes légaux pertinents.

TABLEAU 4.2.4b		
INFORMATIONS SUPPLEMENTAIRES A COMMUNIQUER POUR L'INVENTAIRE ANNUEL DES GAZ A EFFET DE SERRE PENDANT LA PREMIERE PERIODE D'ENGAGEMENT CONFORMEMENT AUX ACCORDS DE MARRAKECH. LE TEXTE EN ITALIQUES INDIQUE UNE CITATION DIRECTE DES PARAGRAPHERS PERTINENTS DANS LES ACCORDS DE MARRAKECH		
Informations à communiquer	Informations détaillées	Référence dans les Accords de Marrakech ³⁹
Informations relatives aux terres		
Méthodologie relative à la localisation géographique et l'identification des unités de terre	<i>Le lieu géographique des limites des superficies qui englobent :</i> (i) <i>Les unités de terre faisant l'objet d'activités relevant du paragraphe 3 de l'Article 3 ;</i> (ii) <i>Les unités de terre faisant l'objet d'activités relevant du paragraphe 3 de l'Article 3, qui, autrement, seraient englobées dans les terres faisant l'objet d'activités prises en compte en vertu du paragraphe 4 de l'Article 3 [...] ;</i> (iii) <i>Les terres faisant l'objet d'activités prises en compte en vertu du paragraphe 4 de l'Article 3.</i>	6 (b)
Unité d'évaluation spatiale	<i>L'unité d'évaluation spatiale appliquée pour déterminer la superficie de comptabilisation du boisement, du reboisement et du déboisement</i>	6 (c)
Informations sur les méthodes et méthodologies utilisées pour estimer les émissions et absorptions		
Description des méthodologies utilisées	Les émissions et absorptions devront être estimées à l'aide des méthodologies décrites dans les <i>Lignes directrices du GIEC</i> et développées dans le présent rapport, et à l'aide des principes présentés dans le projet de décision -/CMP.1 (Utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie). Les méthodologies utilisées devront être notifiées avec des informations sur la méthode de notification pour les terres faisant l'objet d'activités relevant des Articles 3.3 et 3.4 (Méthode de notification 1, 2 ou une combinaison de celles-ci), la (les) méthodologie(s) utilisée(s) pour l'identification des terres, et le(s) niveau(x) pour l'estimation des émissions et absorptions. Des méthodologies, modèles, paramètres nationaux et autres informations connexes devront être décrits avec transparence pour indiquer comment ils améliorent l'exactitude de la notification. Les hypothèses et méthodologies utilisées pour un inventaire devront être clairement expliquées pour faciliter la reproduction et l'évaluation de l'inventaire par les utilisateurs du rapport et prendre en compte les principes énoncés au paragraphe 1, alinéas (a), (b), (d), (g), (h) des Accords de Marrakech, projet de décision -/CMP.1 (Utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie), cf. document FCCC/CP/2001/13/Add.1, p.56.	Voir 6 (a)
Justification en cas d'omission d'un bassin de carbone	<i>Parmi les réservoirs que sont la biomasse aérienne, la biomasse souterraine, la litière du sol, le bois mort et/ou le carbone organique du sol, ceux dont il n'a pas été rendu compte, ainsi que des éléments vérifiables démontrant que ces réservoirs non pris en considération n'étaient pas une source nette d'émissions anthropiques de gaz à effet de serre</i>	6 (e)
Informations sur des facteurs indirects sur les émissions et absorptions de gaz à effet de serre	<i>Les Parties devront fournir également des informations indiquant si les émissions anthropiques par les sources et les absorptions anthropiques par les puits de gaz à effet de serre ayant pour origine les activités liées à l'utilisation des terres, au changement d'affectation des terres et à la foresterie visées au paragraphe 3 de l'Article 3 et les activités prises en compte au titre du paragraphe 4 de l'Article 3 excluent les absorptions découlant :</i> (a) <i>De concentrations élevées de dioxyde de carbone, supérieures aux niveaux pré-industriels ;</i> (b) <i>De dépôts indirects d'azote ; et</i> (c) <i>Des effets dynamiques de la structure d'âge découlant d'activités antérieures au 1^{er} janvier 1990</i> (Voir Section 4.2.3.5.)	7
Changements des données et méthodes	Tout changement concernant les données ou la méthodologie depuis le rapport de l'année antérieure, par exemple pour le choix méthodologique, la méthode de collecte de données d'activités, les données d'activités, les difficultés de détection (distinction entre récoltes et déboisement lors de l'estimation de la superficie déboisée, par exemple), les paramètres utilisés pour les calculs, devront être indiqués avec transparence. La notification devra inclure des informations indiquant si ces changements ont été appliqués également à la notification pour les années d'inventaires antérieurs pour assurer la cohérence des séries temporelles.	10

³⁹ Les entrées dans cette colonne renvoient aux paragraphes pertinents à l'Annexe du projet de décision -/CMP.1 (Article 7), contenus dans le document FCCC/CP/2001/13/Add.3, pp.21-29. Dans le tableau, il n'est pas fait nécessairement référence à *tous* les textes légaux pertinents.

TABLEAU 4.2.4b (SUITE)		
INFORMATIONS SUPPLEMENTAIRES A COMMUNIQUER POUR L'INVENTAIRE ANNUEL DES GAZ A EFFET DE SERRE PENDANT LA PREMIERE PERIODE D'ENGAGEMENT CONFORMEMENT AUX ACCORDS DE MARRAKECH. LE TEXTE EN ITALIQUES INDIQUE UNE CITATION DIRECTE DES PARAGRAPHERS PERTINENTS DANS LES ACCORDS DE MARRAKECH		
Informations à communiquer	Informations détaillées	Référence dans les Accords de Marrakech⁴⁰
Autres points méthodologiques généraux	Toute information supplémentaire pertinente sur des points méthodologiques, tels que la périodicité des mesures, les perturbations, la variabilité interannuelle (voir Section 4.2.3)	
Informations spécifiques pour les activités relevant des paragraphes 3 et 4 de l'Article 3		
Informations spécifiques pour l'Article 3.3	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Des éléments démontrant que les activités relevant du paragraphe 3 de l'Article 3 ont commencé le 1er janvier 1990 ou après cette date et avant le 31 décembre de la dernière année de la période d'engagement, et qu'elles sont la conséquence directe d'interventions humaines ;</i> • <i>La manière dont l'exploitation ou la perturbation des forêts, suivie du rétablissement des forêts, est distinguée du déboisement ;</i> • <i>Les bonnes pratiques consistent à fournir des informations sur la superficie et l'emplacement géographique des terres forestières qui ont perdu leur couvert forestier, mais qui ne peuvent pas être classées en tant que terres déboisées (et qui resteront donc classées en tant que forêts, avec ré-évaluation dans l'inventaire suivant).</i> 	8 (a) 8 (b)
Informations spécifiques pour l'Article 3.4	<i>Des éléments démontrant que les activités relevant du paragraphe 4 de l'Article 3 ont eu lieu depuis le 1^{er} janvier 1990 et qu'elles sont la conséquence d'interventions humaines.</i>	9 (a)
Informations liées aux estimations des émissions par les sources et des absorptions par les puits (pour les données de notification, voir les Tableaux 4.2.5-4.2.6)		
Estimations pour les émissions de gaz à effet de serre par les sources et les absorptions par les puits	Estimations des émissions de gaz à effet de serre par les sources et des absorptions par les puits pour les activités anthropiques relevant du paragraphe 3 de l'Article 3, paragraphe 3, et, le cas échéant, les activités prises en compte relevant du paragraphe 4 de l'Article 3, et pour tous les emplacements géographiques indiqués dans l'année courante et les années antérieures, depuis le début de la période d'engagement ou le début de l'activité, selon la dernière de ces dates. Dans le dernier cas, l'année du début de l'activité doit aussi être incluse.	Voir 6 (d)
	<i>[...] Les estimations des émissions fournies au titre des paragraphes 3 et 4 de l'Article 3 devront être clairement dissociées des émissions anthropiques provenant des sources énumérées à l'Annexe A du Protocole de Kyoto [...]</i>	5
Boisement et Reboisement	<i>Les émissions et les absorptions de gaz à effet de serre des terres exploitées durant la première période d'engagement suivant le boisement et le reboisement de ces unités de terres depuis 1990 conformément aux prescriptions énoncées au paragraphe 4 de l'Annexe de la décision -/CMP.1 (Utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie).</i>	8 (c)
Gestion des terres cultivées, gestion des pâturages et restauration du couvert végétal	Émissions anthropiques de gaz à effet de serre par les sources et absorptions par les puits pour chaque année de la période d'engagement et pour l' année de référence pour chaque activité prise en compte sur les emplacements géographiques identifiés, à l'exclusion des émissions notifiées dans le secteur Agriculture des <i>Lignes directrices du GIEC</i> .	9 (b), et paragraphe 9 de l'Annexe du projet de décision -/CMP.1 (UTCATF), FCCC/CP/2001/13/Add.1, p.59
Absence de chevauchement entre des activités 3.3 et 3.4	<i>Des éléments démontrant que les émissions par les sources et les absorptions par les puits découlant d'activités prises en compte au titre du paragraphe 4 de l'Article 3 ne sont pas comptabilisées au titre d'activités relevant du paragraphe 3 de l'Article 3.</i>	9 (c)
Incertitude des estimations d'émissions et d'absorptions	<i>Les estimations des émissions et absorptions se situeront dans les intervalles de confiance définis dans tout guide des bonnes pratiques du GIEC que pourra adopter la COP/MOP et seront conformes aux décisions pertinentes de la COP/MOP sur l'utilisation des terres, le changement d'affectation des terres et la foresterie.</i>	6(d), note de bas de page 5

⁴⁰ Les entrées dans cette colonne renvoient aux paragraphes pertinents à l'Annexe du projet de décision -/CMP.1 (Article 7), contenus dans le document FCCC/CP/2001/13/Add.3, pp.21-29. Dans le tableau, il n'est pas fait nécessairement référence à tous les textes légaux pertinents

Les *bonnes pratiques* consistent à utiliser des coordonnées décrites dans la Section 4.2.4.3.2 ci-dessous pour indiquer l'emplacement géographique des limites qui englobent les unités de terres faisant l'objet d'activités relevant de l'Article 3.3 et les terres faisant l'objet d'activités prises en compte relevant de l'Article 3.4. Ces informations peuvent être résumées sur une carte pour une présentation visuelle et un échange de données. Conformément aux *bonnes pratiques*, on présentera la matrice de conversion des terres ci-dessous (Tableau 4.2.5) pour démontrer que la Partie a pris en compte toutes les superficies qui ont fait l'objet de boisement, reboisement et déboisement et, si elles sont prises en compte, d'activités relevant de l'Article 3.4. Les cases diagonales du tableau indiquent la superficie des terres restant dans la même catégorie (terres GF restant terres GF, par exemple), alors que les autres cases indiquent les superficies des terres converties en autres catégories de terres (terres cultivées converties en terres boisées, par exemple). Les *bonnes pratiques* consistent à expliquer tout changement de la superficie totale pour des inventaires consécutifs.

Conformément aux *bonnes pratiques*, on utilisera les Tableaux 4.2.6a-c et 4.2.7 pour présenter les estimations annuelles. Pour les activités relevant des Articles 3.3 et 3.4 (Tableaux 4.2.6a et 4.2.6b), des données devront être fournies sur les emplacements géographiques, alors que pour les projets (Tableau 4.2.6c) les données seront présentées par projet. Les Accords de Marrakech exigent également qu'en plus des données pour l'année d'inventaire courante, une Partie présente aussi ces informations pour l'année de référence pour la gestion des forêts, la gestion des pâturages, et la restauration du couvert végétal. Il n'est pas nécessaire de notifier les activités relevant de l'Article 3.4 qui n'ont pas été prises en compte par la Partie.

Lors de la préparation de ces tableaux, on veillera à ce que les variations des stocks de carbone pour chaque bassin soient insérées avec les signes corrects. Les variations des stocks de carbone doivent être indiquées en unités de carbone sous forme positive lorsque les stocks de carbone ont augmenté, et sous forme négative lorsqu'ils ont diminué. Toutes les variations sont ajoutées pour chaque emplacement géographique, et les valeurs totales sont ensuite multipliées par 44/12 pour convertir les variations des stocks de carbone en émissions ou absorptions de CO₂. Cette conversion inclut aussi un changement de signe par rapport aux équations utilisées pour les estimations. Les émissions de gaz à effet de serre sans CO₂ sont indiquées sous forme positive, car elles représentent des augmentations des volumes atmosphériques.

Le Tableau 4.2.7 est un tableau récapitulatif des variations des stocks de carbone résultant d'activités relevant des Articles 3.3 et 3.4 pour l'année d'inventaire. Les *bonnes pratiques* consistent à utiliser aussi le tableau pour l'année de référence si la gestion des terres cultivées, gestion des pâturages, et/ou restauration du couvert végétal a été prise en compte. Ce tableau récapitule des données des tableaux de compilation par activité pour tous les bassins de carbone et pour toutes les strates d'un pays.

Outre les données des Tableaux 4.2.6a-c et 4.2.7, respectivement, les *bonnes pratiques* consistent à indiquer les hypothèses sous-jacentes et les facteurs utilisés pour le calcul des variations des stocks de carbone et les émissions de CH₄ et de N₂O, ainsi que pour le calcul des incertitudes. Ces informations peuvent être obtenues à l'aide des feuilles de calculs du Chapitre 3 ou d'informations équivalentes confirmant les estimations obtenues à l'aide de méthodologies de niveaux supérieurs ou d'autres méthodes.

Les Accords de Marrakech contiennent une clause stipulant que les variations des stocks de carbone résultant des récoltes des terres boisées/reboisées pendant la première période d'engagement n'auront pas pour effet un débit supérieur au crédit comptabilisé précédemment pour cette unité de terre (voir Tableau 4.2.4).⁴¹ Si ces unités de terre existent pour l'année d'inventaire, les *bonnes pratiques* consistent à les distinguer des autres terres boisées/reboisées et à les inclure séparément dans la notification (ainsi que les variations des stocks de carbone et les émissions de gaz à effet de serre sans CO₂ associées) dans les Tableaux 4.2.6 à 4.2.7. Bien que ce point soit lié à la comptabilisation, il est mentionné ici car des données d'inventaires seront probablement nécessaires pour respecter cette clause.

Enfin, on devra présenter des estimations annuelles de l'incertitude séparées pour chaque activité relevant des Articles 3.3 et 3.4, pour chaque bassin de carbone, chaque gaz à effet de serre et chaque emplacement géographique. Les estimations devront être présentées dans des tableaux établis sur le modèle des Tableaux 4.2.6a, b et c. Des tableaux séparés devront être fournis pour l'année de référence si GTC, GP et/ou RCV sont prises en compte. Des estimations de l'incertitude seront faites dans les limites de confiance de 95 pour cent exprimée en tant que pourcentage des émissions par les sources ou des absorptions par les puits (ou des variations des stocks) notifiées aux Tableaux 4.2.6a, b et c.

⁴¹ Paragraphe 4 à l'Annexe du projet de décision -/CMP.1 (Utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie), contenu dans le document FCCC/CP/2001/13/Add.1, p.59.

TABLEAU 4.2.5										
MATRICE DE CONVERSION DES TERRES : SUPERFICIE (EN HA) FAISANT L'OBJET D'ACTIVITES PENDANT L'ANNEE D'INVENTAIRE ET L'ANNEE PRECEDENTE										
On notera que certaines des conversions dans la matrice peuvent ne pas être possibles (une fois, par exemple, que la terre fait l'objet de B, R, ou D, elle ne peut pas faire l'objet de GF, GTC, GP, ou RCV l'année suivante)										
ANNEE D'INVENTAIRE :										
	Terre pendant l'année d'inventaire par activité									
Terre pendant l'année avant l'inventaire, par activité		B	R	D	GF si prise en compte	GTC si prise en compte	GP si prise en compte	RCV si prise en compte	Autre	Total
	B									
	R									
	D									
	GF si prise en compte									
	GTC si prise en compte									
	GP si prise en compte									
	RCV si prise en compte									
	Autre									
Total										

TABLEAU 4.2.6a

TABLEAU POUR LA NOTIFICATION, POUR L'ANNEE D'INVENTAIRE, DES VARIATIONS DES STOCKS DE CARBONE ET DES EMISSIONS PAR LES SOURCES ET DES ABSORPTIONS PAR LES PUITES DE GAZ SANS CO₂ POUR LES ACTIVITES/TERRES SUIVANTES : (I) B ET R¹ NON RECOLTEES PENDANT LA PREMIERE PERIODE D'ENGAGEMENT ; (II) B ET R^{1,2} RECOLTEES PENDANT LA PREMIERE PERIODE D'ENGAGEMENT ; (III) B ET R¹ FAISANT AUSSI L'OBJET D'ACTIVITES PRISES EN COMPTE RELEVANT DE L'ARTICLE 3.4³ ; (IV) D ; (V) D FAISANT AUSSI L'OBJET D'ACTIVITES PRISES EN COMPTE RELEVANT DE L'ARTICLE 3.4³ ; ET (VI) GF SI PRISE EN COMPTE. (I) PLUS (II) EGALE TOUTES LES TERRES B ET R. (IV) EGALE TOUTES LES TERRES D. (I) PLUS (II) PLUS (IV) EGALE TOUTES LES TERRES B, R, ET D (ARTICLE 3.3). (VI) NE DOIT PAS INCLURE DE TERRES B, R, OU D (ARTICLE 3.3). (III) ET (V) SONT FOURNIS A TITRE D'INFORMATION SEULEMENT⁴.

Activité :

Année d'inventaire :

Emplacement géographique ⁵		Superficie de l'activité	Augmentations (+) et diminutions (-) des stocks de carbone ⁶					Variations totales des stocks de carbone ⁷	Émissions (+) ou absorptions (-) par les variations des stocks de carbone ⁸	Émissions de CH ₄	Émissions de N ₂ O
			Biomasse aérienne	Biomasse souterraine	Litière	Bois mort	Sols				
No. de série	ID ⁹	(ha)	(Gg C/an)	(Gg C/an)	(Gg C/an)	(Gg C/an)	(Gg C/an)	(Gg C/an)	(Gg CO ₂ e/an)	(Gg/an)	(Gg/an)
1											
2											
3											
...											
N											
Total pour l'activité											

On notera que les pays qui utilisent des méthodes de Niveau 1 ou de Niveau 2 qui permettent une notification séparée des augmentations (croissance, par exemple) et des diminutions (récoltes, par exemple) d'un bassin devront aussi le faire en étendant le tableau de façon appropriée. Dans ce cas, les variations nettes des stocks devront aussi être notifiées, et seront utilisées par la suite pour le calcul des variations totales des stocks.

¹ Étant donné que les activités de boisement (B) et reboisement (R) sont traitées de la même façon, elles peuvent être notifiées conjointement. La séparation des terres boisées et reboisées qui sont récoltées de celles qui ne sont pas récoltées pendant la première période d'engagement est nécessaire en raison de la clause au paragraphe 4 de l'Annexe du projet de décision -/CMP.1 (Utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie), cf. FCCC/CP/2001/13/Add.1, p.59.

² Si des terres B et R ont été récoltées pendant l'année d'inventaire, des règles de comptabilisation du carbone spéciales s'appliquent qui permettent aux pays de limiter les débits dus aux récoltes. Ceci nécessite le suivi des 'crédits' obtenus sur ces terres pendant les années d'inventaires ou les périodes d'engagement antérieures.

³ Les unités de terre faisant l'objet d'activités relevant de l'Article 3.3 qui sinon seraient incluses dans les terres faisant l'objet d'activités prises en compte relevant de l'Article 3.4 doivent être notifiées (cf. paragraphe 6 alinéa (b) (ii) à l'Annexe du projet de décision -/CMP.1 (Article 7), contenu dans FCCC/CP/2001/13/Add 3, p.22).

⁴ Voir paragraphe 6, en particulier 6 (b), de l'Annexe du projet de décision -/CMP.1 (Article 7), contenu dans FCCC/CP/2001/13/Add 3, p.22.

⁵ L'emplacement géographique désigne les superficies qui englobent des unités de terre faisant l'objet d'activités relevant de l'Article 3.3 et des terres faisant l'objet d'activités relevant de l'Article 3.4.

⁶ Si un bassin n'est pas notifié, on doit entrer la mention « NN » (« non notifié »), et on doit démontrer que le bassin n'est pas une source.

⁷ « Variations totales des stocks de carbone » est la somme des variations des stocks de carbone pour les cinq bassins.

⁸ Les émissions/absorptions sont calculées en multipliant les variations totales des stocks de carbone par 44/12 pour convertir en CO₂, suivi de l'inversion du signe conformément aux conventions sur la notification des émissions/absorptions.

⁹ ID : Identificateur de l'emplacement géographique.

TABLEAU 4.2.6b

TABLEAU POUR LA NOTIFICATION, POUR L'ANNEE D'INVENTAIRE, DES VARIATIONS DES STOCKS DE CARBONE ET DES EMISSIONS PAR LES SOURCES ET ABSORPTIONS PAR LES PUITES DE GAZ SANS CO₂ POUR CHACUNE DES ACTIVITES/TERRES SUIVANTES RELEVANT DE L'ARTICLE 3.4 : (I) GTC ; (II) GP ; (III) RCV. DES TABLEAUX SEPARES (OU DES RANGEES SEPARÉES SUR UN TABLEAU) DEVRONT ETRE UTILISEES POUR INDIQUER LES ACTIVITES AYANT LIEU SUR DES SOLS MINÉRAUX ET SUR DES SOLS ORGANIQUES. LA COLONNE « EMISSIONS DE CO₂ DUES AUX CHAULAGE » DOIT ETRE REMPLIE POUR LES EMPLACEMENTS GEOGRAPHIQUES OU CES EMISSIONS SE PRODUISENT (VOIR SECTIONS 4.2.8 ET 4.2.9 POUR PLUS DE DETAILS). CES TABLEAUX DEVRONT AUSSI ETRE FOURNIS POUR L'ANNEE DE REFERENCE.

Activité :

Année d'inventaire :

Emplacement géographique ¹		Superficie de l'activité	Augmentations (+) et diminutions (-) des stocks de carbone ²					Variations totales des stocks de carbone ³	Émissions (+) ou absorptions (-) par les variations des stocks de carbone ⁴	Émissions de CO ₂ dues au chaulage	Émissions de CH ₄ ⁵	Émissions de N ₂ O ⁵
			Biomasse aérienne	Biomasse souterraine	Litière	Bois mort	Sols					
No. de série	ID ⁶	(ha)	(Gg C/an)	(Gg C/an)	(Gg C/an)	(Gg C/an)	(Gg C/an)	(Gg C/an)	(Gg CO ₂ e/an)	(Gg CO ₂ e/an)	(Gg/an)	(Gg/an)
1												
2												
3												
...												
N												
Total pour l'activité												

¹ L'emplacement géographique désigne les superficies qui englobent des unités de terre faisant l'objet d'activités relevant de l'Article 3.4.

² Si un bassin n'est pas notifié, on doit entrer la mention « NN » (« non notifié »), et on doit démontrer que le bassin n'est pas une source.

³ « Variations totales des stocks de carbone » est la somme des variations des stocks de carbone pour les cinq bassins.

⁴ Les émissions/absorptions sont calculées en multipliant les variations totales des stocks de carbone par 44/12 pour convertir en CO₂, suivi de l'inversion du signe conformément aux conventions sur la notification des émissions/absorptions.

⁵ Pour GTC, GP et RCV, si prises en compte, les émissions de méthane et d'oxyde d'azote sont notifiées ici uniquement à des fins de transparence. Elles sont notifiées et comptabilisées avec les sources dans le secteur Agriculture de l'Annexe A du Protocole de Kyoto.

⁶ ID : Identificateur de l'emplacement géographique.

TABLEAU 4.2.6c

TABLEAU POUR LA NOTIFICATION, POUR L'ANNEE D'INVENTAIRE, DES VARIATIONS DES STOCKS DE CARBONE ET DES EMISSIONS PAR LES SOURCES ET ABSORPTIONS PAR LES PUIITS DE GAZ SANS CO₂ POUR LES PROJETS RELEVANT DE L'ARTICLE 6.
UN EXEMPLAIRE DE CE TABLEAU DOIT ETRE FOURNI POUR CHAQUE TYPE D'ACTIVITE.

Projet :

Année d'inventaire :

Numéro de série	ID du projet ¹	Superficie du projet (ha)	Augmentations (+) et diminutions (-) des stocks de carbone ²					Variations totales des stocks de carbone ³ (Gg C/an)	Émissions (+) ou absorptions (-) par les variations des stocks de carbone ⁴ (Gg CO ₂ e/an)	Émissions de CH ₄ (Gg/an)	Émissions de N ₂ O (Gg/an)
			Biomasse aérienne (Gg C/an)	Biomasse souterraine (Gg C/an)	Litière (Gg C/an)	Bois mort (Gg C/an)	Sols (Gg C/an)				
			1								
2											
3											
...											
N											
Total pour l'activité											

¹ ID de projet : Identificateur du projet.

² Si un bassin n'est pas notifié, on doit entrer la mention « NN » (« non notifié »), et on doit démontrer que le bassin n'est pas une source.

³ « Variations totales des stocks de carbone » est la somme des variations des stocks de carbone pour les cinq bassins si des parcelles temporaires sont utilisées, mais si des parcelles permanentes sont utilisées, les variations des stocks pour chaque composant devront être ajoutées par parcelle et on calculera la moyenne et les intervalles de confiance pour toutes les parcelles (voir Section 4.3 pour plus de détails).

⁴ Les émissions/absorptions sont calculées en multipliant les variations totales des stocks de carbone par 44/12 pour convertir en CO₂, suivi de l'inversion du signe conformément aux conventions sur la notification des émissions/absorptions.

TABEAU 4.2.7				
TABEAU RECAPITULATIF DES EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE PAR SOURCES ET DES ABSORPTIONS PAR PUIITS PAR DES ACTIVITES RELEVANT DES ARTICLES 3.3, 3.4 ET 6 POUR L'ANNEE D'INVENTAIRE. ON NOTERA QUE LES EMISSIONS DOIVENT ETRE NOTIFIEES EN APPLQUANT CORRECTEMENT L'UNE DES DEUX METHODES DE NOTIFICATION DECRITES A LA SECTION 4.2.2.2.				
Année d'inventaire :				
Activité	Superficies	Émissions (+) ou absorptions (-) de CO₂	CH₄⁴	N₂O⁴
	(ha)	(Gg CO₂ e/an)	(Gg/an)	(Gg/an)
B et R non récoltées pendant le première période d'engagement¹				
B et R récoltées pendant le première période d'engagement¹				
B et R faisant aussi l'objet d'activités prises en compte relevant de Article 3.4^{1,6}				
D				
D faisant aussi l'objet d'activités prises en compte relevant de Article 3.4⁶				
GF Article 3.4 si prise en compte				
GTC Article 3.4 si prise en compte²	Sols minéraux⁵			
	Sols organiques⁵			
	Chaulage			
GTC Article 3.4 si prise en compte²	Sols minéraux⁵			
	Sols organiques⁵			
	Chaulage			
GTC Article 3.4 si prise en compte²	Sols minéraux⁵			
	Sols organiques⁵			
	Chaulage			
Activités B et R Article 6³				
Activités GF Article 6³				
Activités GTC Article 6³				
Activités GP Article 6³				
Activités RCV Article 6³				

¹ Étant donné que les activités de boisement (B) et reboisement (R) sont traitées de la même façon, elles peuvent être notifiées conjointement. La séparation des terres boisées et reboisées qui sont récoltées de celles qui ne sont pas récoltées pendant la première période d'engagement est nécessaire en raison de la clause au paragraphe 4 de l'Annexe du projet de décision -/CMP.1 (Utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie), cf. FCCC/CP/2001/13/Add.1, p.59.

² Si GTC, GP et/ou RCV est prise en compte, un exemplaire de ce tableau doit être rempli et notifié pour l'année de référence.

³ Le cas échéant, les émissions et absorptions liées aux projets relevant de l'Article 6 accueillis par la Partie devront être indiquées dans les cinq dernières rangées, en reconnaissant qu'elles sont déjà incluses implicitement dans les estimations nationales des activités relevant des Articles 3.3 et 3.4 notifiées dans ce tableau. On veillera à prévenir le risque de double comptage au stade de la comptabilisation lors de la conversion des Unités d'absorption en Unités de réduction d'émissions.

⁴ Pour GTC, GP et RCV relevant de l'Article 3.4, si prises en compte, les émissions de méthane et d'oxyde d'azote sont notifiées uniquement par souci de transparence. Elles sont notifiées et comptabilisées avec les sources dans le secteur Agriculture de l'Annexe A du Protocole de Kyoto.

⁵ Les intitulés « Sols minéraux » et « Sols organiques » suivent une sub-division par sources et puits dans les sections GTC, GP et RCV du Chapitre 4. Cela doit inclure tous les bassins de carbone, s'il y a lieu (brise-vent...), présents sur les terres cultivées, pâturages ou terres faisant l'objet d'une restauration du couvert végétal et à sols minéraux et organiques, respectivement et devra être égal, pour chaque activité, au total de la colonne « Variations totales des stocks de carbone » du Tableau 4.2.6b.

⁶ Les terres boisées (B), reboisées (R) et déboisées (D), qui font aussi l'objet d'activités prises en compte relevant de l'Article 3.4, sont déjà incluses dans les totaux B/R et D.

4.2.4.3.2 DOCUMENTATION

Les prescriptions en matière de documentation aux termes du Protocole de Kyoto sont présentées dans les Accords de Marrakech dans le cadre de la description des prescriptions en matière de gestion des inventaires⁴².

Conformément aux *bonnes pratiques*, on documentera et archivera toutes les informations, à savoir, les données sous-jacentes et les descriptions/références des méthodes, hypothèses et paramètres utilisés, qui sont utilisés pour estimer les émissions par les sources et les absorptions par les puits de gaz à effet de serre, qui permettront à des vérificateurs indépendants de suivre le processus de développement des estimations notifiées. Des données documentées et une explication des méthodes devront être fournies pour les deux étapes : l'identification des terres et l'évaluation des variations des stocks de carbone et des émissions de gaz sans CO₂.

La documentation devra aussi inclure des informations sur l'évaluation de l'incertitude (voir aussi Section 4.2.4.2 Évaluation de l'incertitude), procédures AQ/CQ, examens externes et internes, procédures de vérification et identification des catégories clés (voir Chapitre 5 Questions communes).

Définition et identification des activités

Conformément aux *bonnes pratiques*, on expliquera comment les définitions des Accords de Marrakech sur les activités prises en compte relevant de l'Article 3.4 ont été interprétées en fonction des circonstances nationales. Par exemple, si seulement une partie des forêts gérées figurant dans l'inventaire des gaz à effet de serre aux termes de la CCNUCC est incluse dans la catégorie gestion des forêts pour la notification aux termes du Protocole de Kyoto, on indiquera les critères utilisés pour distinguer les forêts faisant l'objet d'une « gestion des forêts » des « forêts gérées ». On documentera également les différences entre les terres cultivées (ou les prairies) dans l'inventaire aux termes de la CCNUCC et les terres faisant l'objet d'une gestion des terres cultivées (ou d'une gestion des pâturages) dans la notification aux termes du Protocole de Kyoto.

Documentation des données

En particulier, lors de l'utilisation de la Méthode de notification 1, les superficies englobées par les limites géographiques résultant de la stratification d'un pays, devront être identifiées par des numéros de série individuels dans les tableaux. Ces numéros de série renvoient à une base de données ou à d'autres archives (Archives UTCATF) spécifiant les emplacements exprimés sous forme de limites légales ou administratives établies, ou au moyen d'un système de coordonnées existant, par exemple un système national de grille, UTM, grille de Mercator transverse universelle ou par la latitude et longitude.

La documentation des estimations d'émissions et absorptions de gaz à effet de serre doit inclure :

- Les sources de toutes les données utilisées pour les calculs (à savoir, citations complètes pour la (les) base(s) de données dans laquelle (lesquelles) les données ont été collectées) ;
- Les informations, raisons et hypothèses utilisées pour obtenir les données et résultats notifiés, lorsque ceux-ci n'étaient pas directement disponibles dans des bases de données (dans le cas, par exemple, d'utilisation de méthodes d'interpolation ou d'extrapolation) ;
- La fréquence de la collecte de données ; et
- Des estimations des incertitudes associées, ainsi qu'une description des principales sources d'incertitudes.

Description des méthodes utilisées pour l'identification des terres et l'estimation des émissions et absorptions

Les méthodes devront être documentées à l'aide des informations suivantes :

- Choix des méthodes de notification pour les terres relevant des Articles 3.3 et 3.4 (Méthode de notification 1, 2) ou une description de la méthode de notification, si on a utilisé une combinaison des deux ;
- Description de la méthodologie utilisée pour l'emplacement géographique et l'identification des limites géographiques, terres et unités de terre ; références des cartes utilisées, le cas échéant ;
- Choix du (des) niveau(x) utilisé(s) pour l'estimation des émissions et absorptions de gaz à effet de serre ;
- Les méthodes utilisées pour l'estimation des variations des stocks de carbone, les émissions et absorptions de gaz sans CO₂ et l'étendue des incertitudes correspondantes ;
- Choix des données d'activités ;

⁴² Paragraphe 16(a) à l'Annexe du projet de décision -/CMP.1 (Article 5.1), contenu dans le document FCCC/CP/2001/13/Add.3, p.9.

- Dans le cas de l'utilisation du Niveau 1 : toutes les valeurs des paramètres par défaut et des facteurs d'émission/absorption utilisés ;
- Dans le cas de l'utilisation du Niveau 1 : toutes les valeurs et références des paramètres par défaut et nationaux et des facteurs d'émission/absorption utilisés ;
- Dans le cas de l'utilisation du Niveau 1 : description/référence à la base scientifique pour les modèles utilisés, description des processus par lesquels les variations des stocks de carbone et les émissions et absorptions ont été estimées ;
- Dans le cas de l'utilisation du Niveau 2 ou 3, la documentation devra justifier l'utilisation de paramètres, facteurs ou modèles spécifiques ;
- Informations transparentes et vérifiables démontrant que les bassins omis dans la notification ne sont pas des sources.

Analyse des fluctuations

Les *bonnes pratiques* consistent à expliquer les fluctuations significatives dans les émissions et absorptions notifiées entre les années. Les raisons de tout changement des niveaux d'activités et des valeurs des paramètres d'une année à l'autre devront être documentées. Si ces changements résultent d'une amélioration des méthodes, conformément aux *bonnes pratiques*, on recalculera les résultats pour les années antérieures à l'aide des nouvelles méthodes, et des nouvelles valeurs pour les activités et/ou les paramètres (voir Chapitre 5, Section 5.6 Cohérence des séries temporelles et recalculs).

4.2.4.4 ASSURANCE DE LA QUALITE ET CONTROLE DE LA QUALITE

Conformément aux *bonnes pratiques*, on mettra en œuvre les procédures de contrôle de la qualité décrits au Chapitre 5, Section 5.5, Assurance de la qualité et contrôle de la qualité, avec des procédures de CQ spécifiques à la catégorie, et l'examen par des tiers experts des estimations d'émissions. D'autres procédures de contrôle de la qualité, décrites dans les procédures de Niveau 2 à la Section 5.5 et des procédures d'assurance de la qualité peuvent aussi s'appliquer, notamment si on a utilisé des méthodes de niveaux supérieurs pour estimer les variations des stocks de carbone et les émissions de gaz à effet de serre sans CO₂. Une description détaillée des procédures AQ/CQ des inventaires pour les mesures de terrain figure dans l'Appendice 4A.3 de *GPG2000*.

Certains points importants sont soulignés et résumés ci-après.

Lors de la compilation des données, les *bonnes pratiques* consistent à vérifier les estimations d'émissions et absorptions des gaz à effet de serre par rapport à des estimations indépendantes. L'organisme chargé de l'inventaire devra s'assurer que les estimations font l'objet d'un contrôle de la qualité à l'aide des mesures suivantes :

- Vérification de concordance des données de production agrégées (rendements des cultures, croissances des arbres, etc.) et des statistiques des superficies notifiées par rapport aux totaux nationaux ou autres sources de données nationales (statistiques du secteur de l'agriculture/foresterie) ;
- Rétro-calculs des facteurs d'émission/absorption nationaux à partir des émissions agrégées et autres données ;
- Comparaison entre les totaux nationaux notifiés et des valeurs par défaut et données d'autres pays.

Les *bonnes pratiques* consistent aussi à vérifier que la somme des superficies sub-divisées utilisées pour estimer les émissions/absorptions soit égale à la superficie totale faisant l'objet de l'activité, notifiée conformément aux recommandations des Chapitres 2 et 3 (avec la matrice UT/CAT).

4.2.4.5 VERIFICATION

Des *recommandations en matière de bonnes pratiques* pour la vérification figurent au Chapitre 5, Section 5.7, Vérification.

4.2.5 Boisement et reboisement

La présente section développe plus en détail l'analyse générale des méthodes utilisables à toutes les activités (Section 4.2 Méthodes pour l'estimation, la mesure, la surveillance et la notification des activités UTCATF relevant des Articles 3.3 et 3.4) et doit être lue conjointement avec l'analyse générale présentée précédemment dans ce chapitre.

4.2.5.1 QUESTIONS DE DEFINITIONS ET PRESCRIPTIONS EN MATIERE DE NOTIFICATION

Conformément aux définitions des Accords de Marrakech, on entend par boisement et reboisement la conversion anthropique directe de terres non forestières en terres forestières. Les définitions n'incluent pas les nouvelles plantations ou la restauration du couvert végétal après des récoltes ou des perturbations naturelles, car ces pertes temporaires du couvert forestier ne sont pas considérées comme un déboisement. Les récoltes, suivies par une restauration du couvert végétal, sont considérées comme une activité de gestion des forêts. Les deux activités se différencient par le fait que le boisement se produit sur des terres qui n'avaient pas porté de forêt depuis au moins cinquante ans, alors que le reboisement se produit sur des terres qui ont porté des forêts plus récemment, mais pas depuis le 31 décembre 1989. Pour l'identification des unités de terre, le boisement et reboisement seront examinés conjointement car ces deux définitions ne diffèrent qu'au niveau de la dernière date à laquelle la terre a porté des forêts, et les mêmes règles de notification et comptabilisation du carbone s'appliquent aux deux activités. Lors du calcul des variations des stocks de carbone après des activités de boisement et reboisement, les hypothèses relatives à la taille initiale et à la composition des bassins de la litière, du bois mort et du carbone organique des sols devront refléter le type et l'historique d'utilisation des terres antérieure, plutôt que la distinction entre les sites boisés et reboisés.

Au minimum, l'inventaire annuel devra identifier (pour la Méthode de notification 1 à la Section 4.2.2.2) :

- L'emplacement géographique des limites des superficies qui englobent des unités de terre faisant l'objet d'activités de boisement/reboisement (y compris les unités de terre faisant l'objet d'activités relevant de l'Article 3.3, qui sinon seraient incluses dans les terres faisant l'objet d'activités prises en compte relevant de l'Article 3.4). Les limites géographiques qui sont indiquées doivent correspondre aux strates de l'estimation des superficies terrestres, comme décrit à la Section 5.3 ;
- Pour chacune de ces superficies, ou strates, des estimations de la superficie des unités de terre faisant l'objet d'activités de boisement/reboisement dans les deux sous-catégories, à savoir celles relevant de l'Article 3.3, et celles relevant de l'Article 3.3 qui sinon relèveraient de l'Article 3.4 ;
- L'année du début des activités de boisement/reboisement, qui sera entre le 1^{er} janvier 1990 et la fin de l'année d'inventaire. Dans les limites des superficies, des activités de boisement/reboisement peuvent avoir commencé au cours d'années différentes. Les *bonnes pratiques* consistent à grouper les unités de terres boisées et reboisées par âge et à notifier la superficie dans chaque catégorie d'âge séparément ; et
- La superficie des unités de terre faisant l'objet de boisement /reboisement dans chaque catégorie de productivité et combinaison d'espèces pour attribuer des estimations de taux de croissance et permettre le calcul des variations des stocks de carbone et des émissions de gaz à effet de serre sans CO₂.

Un système plus complet (Méthode de notification 2 à la Section 4.2.2.2) identifie chaque unité de terre faisant l'objet d'activités de boisement/reboisement depuis 1990 (ici aussi dans les deux catégories – Article 3.3 et Article 3.3 qui sinon relèveraient de l'Article 3.4), à l'aide de limites polygonales, d'un système de coordonnées (par exemple, UTM, grille de Mercator transverse universelle ou Latitude/Longitude), ou d'une description légale (celles utilisées par les bureaux du cadastre, par exemple) de l'emplacement de la terre faisant l'objet d'activités de boisement ou reboisement. Le Chapitre 2, Base pour une représentation cohérente des superficies terrestres, analyse en détail des méthodologies possibles pour une représentation cohérente des superficies terrestres.

4.2.5.2 CHOIX DE METHODES POUR L'IDENTIFICATION D'UNITES DE TERRE FAISANT L'OBJET DE BOISEMENT/REBOISEMENT ANTHROPIQUE DIRECT

Les Parties doivent notifier les variations des stocks de carbone et les émissions de gaz à effet de serre sans CO₂ pendant la période d'engagement pour les superficies ayant fait l'objet d'activités de boisement et reboisement (BR) depuis 1990. La première étape de ce processus consiste à choisir des paramètres nationaux pour la définition de la forêt dans les plages autorisées par les Accords de Marrakech, à savoir entre 0,05 et 1 ha pour la superficie minimale, un couvert forestier minimum de 10 à 30 pour cent (ou une proportion de surface occupée équivalente), et une hauteur minimale à maturité entre 2 et 5 mètres, et à indiquer ces paramètres dans l'inventaire annuel des gaz à effet de serre, comme indiqué au Tableau 4.2.4a. Comme précisé à la Section 4.2.2.5.1, les *bonnes pratiques* consistent aussi à

choisir un paramètre pour la largeur minimale des superficies de forêts. Une fois choisis, ces paramètres permettront d'identifier des unités de terre faisant l'objet de boisement et reboisement.

L'identification des unités de terre faisant l'objet d'activités de boisement/reboisement requiert la délimitation des superficies qui :

- Sont égales ou supérieures à la superficie minimale choisie par le pays pour sa définition de la forêt (entre 0,05 et 1 ha), et
- Ne correspondaient pas à la définition de la forêt au 31 décembre 1989, et
- Correspondent à la définition de la forêt au moment de l'évaluation et après le 1^{er} janvier 1990 à la suite d'activités anthropiques directes.

On notera que les jeunes peuplements qui n'ont pas encore atteint la hauteur minimale ou ne correspondent pas au critère de couvert forestier peuvent correspondre à la définition de la forêt, si l'on prévoit qu'une fois à maturité, ils correspondront aux seuils des paramètres.

Conformément aux *bonnes pratiques*, on différenciera entre les superficies qui ne correspondent pas au seuil de couvert forestier stipulé la définition de la forêt au 31 décembre 1989, par exemple en raison de récoltes récentes ou de perturbations naturelles, et les superficies qui n'étaient pas des forêts à cette date, car seules ces dernières peuvent faire l'objet d'activités de boisement et reboisement conformément aux Accords de Marrakech. Les Accords de Marrakech demandent aux Parties de présenter des informations sur les critères utilisés pour différencier entre les récoltes et les perturbations forestières qui sont suivies par le rétablissement de la forêt et le déboisement⁴³. Les *bonnes pratiques* consistent à appliquer le même critère pour évaluer si une unité de terre correspond à la définition de la forêt. Si, par exemple, un pays utilise le critère « durée depuis la récolte » pour différencier entre la perte temporaire du couvert forestier et le déboisement, et spécifie qu'une superficie récoltée sera régénérée d'ici X années, dans ce cas seules les superficies qui ont été récoltées plus de X années avant le 31 décembre 1989 et dont le couvert n'a pas été restauré pourront faire l'objet d'un reboisement, car elles seules seraient considérées comme des terres non forestières au 31 décembre 1989. De même, les superficies perturbées par des feux incontrôlés ou d'autres perturbations naturelles plus de X années avant le 31 décembre 1989 et dont le couvert forestier n'a pas été restauré sont considérées comme des terres non forestières au 31 décembre 1989 et pourront donc faire l'objet de reboisement.

Comme indiqué dans l'analyse à la Section 4.2.2.2, Méthodes de notification pour les terres faisant l'objet d'activités relevant des Articles 3.3 et 3.4, les Parties peuvent choisir de présenter un inventaire complet de toutes les *unités de terre* faisant l'objet d'activités relevant de l'Article 3.3, ou de stratifier la terre en superficies, c'est-à-dire de définir les limites de ces superficies, puis d'établir pour chaque superficie des estimations ou des inventaires des unités de terre faisant l'objet d'activités de boisement, reboisement et déboisement. Des méthodes combinées sont aussi possibles : on peut préparer des inventaires spatiaux complets de toutes les unités de terre pour certaines strates, et établir des estimations basées sur des méthodes d'échantillonnage pour d'autres strates dans le pays.

Le choix méthodologique par une Partie pour la préparation d'un inventaire des activités de boisement et reboisement dépendra des circonstances nationales. Les *bonnes pratiques* consistent à utiliser la Méthodologie 3 du Chapitre 2, Base pour une représentation cohérente des superficies terrestres, Section 2.3.2.3, pour l'identification des unités de terre faisant l'objet de boisement et reboisement depuis 1990. Comme indiqué plus haut, à cet effet, la résolution spatiale des systèmes avec la Méthodologie 3 doit satisfaire aux prescriptions pour l'identification de la superficie minimale de la forêt (entre 0,05 et 1 ha). Les méthodes permettant d'identifier les terres faisant l'objet d'activités de boisement et reboisement sont décrites à la Section 4.2.8.2. Les *bonnes pratiques* consistent à fournir des données sur les incertitudes des estimations de la superficie totale des unités de terre faisant l'objet de boisement et reboisement, comme indiqué à la Section 4.2.4.2 ci-dessus.

Conformément aux *bonnes pratiques*, on documentera le caractère anthropique des activités de boisement et reboisement incluses dans les unités de terre identifiées. La documentation pertinente inclut des dossiers sur la gestion des forêts ou autre documentation démontrant une prise de décision concernant de nouvelles plantations ou la restauration du couvert forestier par d'autres moyens.

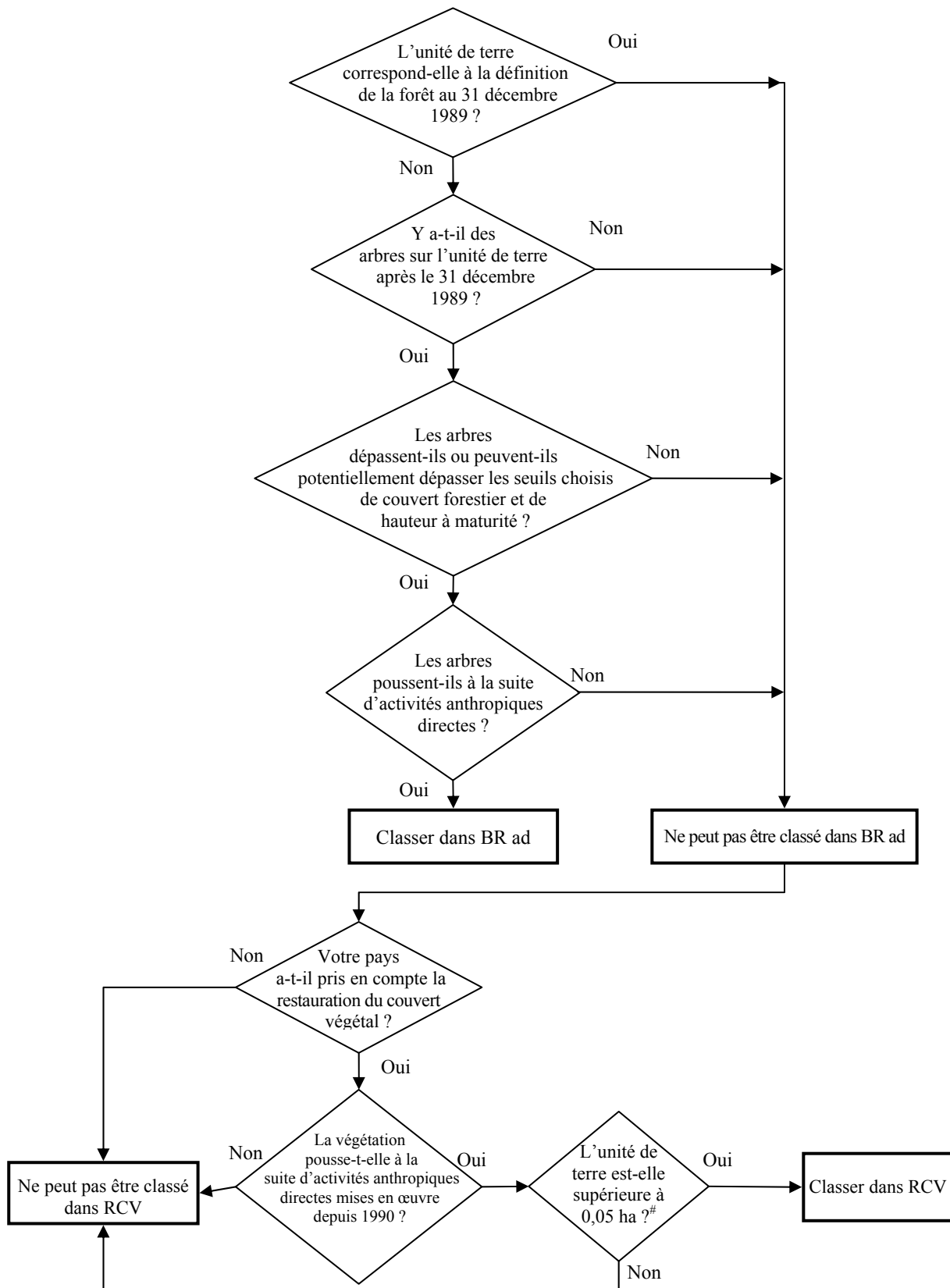
Dans certains cas, il peut être difficile d'établir si de nouvelles plantations correspondent aux critères de la définition de la forêt. Les activités de boisement/reboisement et la restauration du couvert végétal sont différentes en ceci que la restauration ne correspond pas (et ne correspondra pas) à la définition de la forêt adoptée par la Partie (à savoir, la hauteur à maturité ou la fermeture minimale du couvert). En cas de doutes à ce sujet, les *bonnes pratiques* consistent à ne pas notifier ces superficies en tant que terres boisées ou reboisées, et à attendre confirmation (à une date ultérieure) indiquant si les seuils des paramètres ont été atteints. Avant de pouvoir correspondre à la définition de boisement ou reboisement, on notifiera les variations des stocks de carbone sur ces unités de terre dans la catégorie d'utilisation des terres utilisée pour la notification avant le changement d'affectation, à condition que cette catégorie soit incluse dans la comptabilisation nationale, par exemple en tant que terres cultivées ou restauration du couvert végétal. (On notera que cette méthodologie est en accord avec le traitement du déboisement, à savoir que les unités de terre qui n'ont pas été confirmées en tant que terres déboisées restent dans la catégorie des forêts – voir Section 4.2.6.2.1.) Un diagramme

⁴³ Voir paragraphe 8(b) de l'Annexe du projet de décision -/CMP.1 (Article 7), contenu dans le document FCCC/CP/2001/13/Add.3, p.23.

décisionnel permettant de déterminer si une superficie correspondant à un boisement/reboisement ou à une restauration du couvert végétal est illustré à la Figure 4.2.5.

Figure 4.2.5

Diagramme décisionnel pour déterminer si une unité de terre correspond à un boisement/reboisement (BR) ou une restauration du couvert végétal (RCV) anthropique direct (ad).



Voir paragraphe 1(e) de l'Annexe du projet de décision -/CMP.1 (Utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie), contenu dans le document FCCC/CP/2001/13/Add.1, p.58.

Des liens entre les méthodologies dans le présent rapport et les *Lignes directrices du GIEC* sur les inventaires, pour la notification des superficies terrestres et les variations des stocks de carbone et les émissions de gaz à effet de serre sans CO₂ dans les inventaires aux termes de la CCNUCC figurent dans l'Encadré ci-dessous.

ENCADRE 4.2.2

LIENS AVEC LE CHAPITRE 2 OU 3 DU PRESENT RAPPORT

Section 2.3 (Représentation des superficies terrestres) : Terres cultivées, prairies, zones humides, établissements et autres terres converties en terres forestières depuis 1990. Devront inclure toutes les conversions entre 1990 et 2008, et les conversions annuelles pendant les années d'inventaire ultérieures. On notera que certaines superficies devenues terres forestières depuis 1990 dans l'inventaire de la CCNUCC peuvent ne pas avoir été converties à la suite d'activités anthropiques directes.

LIENS AVEC LES LIGNES DIRECTRICES DU GIEC

Non disponibles dans un format conforme aux prescriptions des Accords de Marrakech au sujet de l'emplacement géographique des limites.

4.2.5.3 CHOIX DE METHODES POUR L'ESTIMATION DES VARIATIONS DES STOCKS DE CARBONE ET DES EMISSIONS DE GAZ SANS CO₂

L'estimation des variations des stocks de carbone résultant d'activités de boisement et reboisement devra être en accord avec les méthodes décrites au Chapitre 3 et les équations qu'il contient, qui seront appliquées au même niveau méthodologique, ou à un niveau supérieur, que celui utilisé pour les inventaires aux termes de la CCNUCC. Les caractéristiques de croissance des jeunes peuplements diffèrent de celles de la forêt gérée dans son ensemble, et des dispositions spéciales seront peut-être nécessaires lorsque l'inventaire de la CCNUCC (préparé conformément à la Section 3.2.2, Terres converties en terres forestières) n'est pas assez détaillé pour fournir des informations applicables aux jeunes peuplements.

Étant donné que les règles de comptabilisation brute-nette s'appliquent pour les superficies faisant l'objet d'activités relevant de l'Article 3.3, des informations sur les variations des stocks de carbone pendant l'année de référence (1990) ne sont pas nécessaires, et seules les variations nettes des stocks de carbone dans l'écosystème et les émissions de gaz à effet de serre sans CO₂ pour chaque année de la période d'engagement sont estimées et notifiées.

Au Niveau 1, on calcule la croissance de la biomasse à l'aide des données du Chapitre 3, Section 3.2.2, Terres converties en terres forestières.

Au Niveau 2, des taux de croissance régionaux ou nationaux seront disponibles selon l'âge du peuplement, les espèces ou la qualité du site ; cependant, des données peuvent ne pas être disponibles pour les peuplements entre 0 et 23 ans (l'âge du peuplement en 2012 pour des arbres plantés en 1990). Lorsqu'on dispose d'estimations de la biomasse pour des peuplements de plus de 23 ans, on peut estimer la biomasse à des âges antérieurs par interpolation entre la valeur connue et la valeur zéro de la biomasse à un âge zéro, à l'aide d'une fonction de croissance sigmoïdale appliquée aux données disponibles pour les peuplements plus anciens.

Au Niveau 3, on calcule directement des taux de croissance de la biomasse à l'aide de données mesurées, de modèles de croissance validés, ou de tableaux de rendement empiriques pour les combinaisons appropriées d'espèces et de conditions de sites. Les *bonnes pratiques* consistent à inclure des mesures de terrain dans toute méthode de Niveau 3, en tant que composant d'un inventaire forestier national (ou projet), ou d'un système de surveillance forestière du rendement et de la croissance.

La détermination de la taille et des interactions dynamiques des bassins de la litière, du bois mort et du carbone organique des sols avant le boisement peut nécessiter l'application de méthodes développées pour la gestion des terres cultivées ou autres utilisations des terres (voir Chapitre 3).

Des liens avec des méthodologies dans le présent rapport et les *Lignes directrices du GIEC* sur la notification des variations des stocks de carbone et des émissions de gaz à effet de serre sans CO₂ dans les inventaires aux termes de la CCNUCC figurent dans l'Encadré ci-dessous.

ENCADRE 4.2.3

LIENS AVEC LE CHAPITRE 2 OU 3 DU PRESENT RAPPORT

Chapitre 3 Section 3.2.2 (Terres converties en terres forestières)

LIENS AVEC LES *LIGNES DIRECTRICES DU GIEC*

- 5 A Évolution du patrimoine forestier et autres stocks de biomasse ligneuse (boisement). *A déterminer par une surveillance séparée pour les activités de boisement/reboisement*
- 5 C Abandon des terres gérées (*seulement le pourcentage converti en forêts*)
- 5 D Émissions et absorptions de CO₂ par les sols (*seulement le pourcentage de boisement/reboisement*)
- 5 E Autres (CH₄, N₂O dans les forêts gérées) (*seulement le pourcentage de boisement/reboisement*)

La méthode par défaut dans les *Lignes directrices du GIEC* ne couvre pas la biomasse souterraine, le bois mort, la litière ou les émissions de gaz à effet de serre sans CO₂.

4.2.5.3.1 BASSINS AFFECTES PAR LES ACTIVITES DE BOISEMENT/REBOISEMENT

Les activités de boisement/reboisement incluent souvent la préparation des sites (débroussaillage et peut-être brûlage des résidus de biomasse grossière, et travail du sol ou labourage sur une partie de la superficie totale), suivie de plantations ou d'ensemencements. Ces activités peuvent affecter non seulement les bassins de biomasse, mais aussi les sols, ainsi que le bois mort et la litière, si (pour ces derniers bassins) le boisement concerne des terres à végétation arbustive ou arborée clairsemée.

Les Accords de Marrakech demandent aux Parties d'estimer les variations des stocks de carbone dans les cinq bassins (voir Tableau 3.1.1) pendant la période d'engagement, sauf si la Partie peut démontrer par des informations transparentes et vérifiables que le bassin n'est pas une source⁴⁴ (voir, à ce sujet, les recommandations en matière de *bonnes pratiques* à la Section 4.2.3.1). Conformément aux *bonnes pratiques*, on inclura les variations des stocks de carbone et les émissions de gaz sans CO₂ qui résultent d'activités antérieures aux plantations, telles que la préparation des sites ou le débroussaillage. Le carbone des sols peut diminuer avec le boisement des prairies (Tate *et al.*, 2003 ; Guo et Gifford, 2002). Des pertes nettes de carbone dans l'écosystème après la plantation ou l'ensemencement peuvent persister pendant de nombreuses années. Par conséquent, des estimations des stocks de carbone avant les activités sur la superficie peuvent être nécessaires pour initialiser les modèles employés pour estimer les variations des stocks. Étant donné qu'il n'y a pas de forêt sur la superficie avant le boisement/reboisement, l'évaluation devra être effectuée à l'aide de méthodes décrites aux sections appropriées au Chapitre 3, Section 3.3 sur les terres cultivées, par exemple.

Pour les activités de boisement ou reboisement qui commencent pendant la période d'engagement, la notification pour cette unité de terre devra commencer au début de l'année pendant laquelle l'activité commence⁴⁵. Les activités de préparation du site et d'ensemencements/plantations devront être considérées comme faisant partie de l'activité, et les émissions associées pendant la période d'engagement devront donc être incluses.

4.2.5.3.2 RECOLTES SUR DES TERRES BOISEES/REBOISEES AU COURS DE LA PERIODE D'ENGAGEMENT

Certaines forêts à cycle de rotation court, établies à la suite d'activités de boisement et reboisement, peuvent faire l'objet de récoltes au cours de la première période d'engagement. Les Accords de Marrakech permettent aux Parties de limiter les débits résultant de ces récoltes pendant la première période d'engagement⁴⁶.

Bien que ce point précis soit lié à la comptabilisation, il a des répercussions sur la conception des systèmes de surveillance et de notification des stocks de carbone pour les unités de terre boisées ou reboisées depuis 1990. Les

⁴⁴ Paragraphe 21 de l'Annexe du projet de décision -/CMP.1 (Utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie), contenu dans le document FCCC/CP/2001/13/Add.1, p.62.

⁴⁵ Paragraphe 6(d) de l'Annexe du projet de décision -/CMP.1 (Article 7), contenu dans le document FCCC/CP/2001/13/Add.3, p.23.

⁴⁶ « Pendant la première période d'engagement, les débits résultant des récoltes au cours de la première période d'engagement faisant suite à des activités de boisement et de reboisement menées sur une parcelle donnée depuis 1990 ne peuvent être supérieurs aux crédits comptabilisés pour cette même parcelle ». cf. paragraphe 4 de l'Annexe du projet de décision -/CMP.1 (Utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie), contenu dans le document FCCC/CP/2001/13/Add.1, p.59.

bonnes pratiques consistent à identifier les terres boisées et reboisées ayant fait l'objet de récoltes au cours de l'année d'inventaire pendant la période d'engagement, pour surveiller annuellement les variations des stocks de carbone et les émissions de gaz à effet de serre sans CO₂ sur ces terres pendant la première période d'engagement, afin de pouvoir les comparer aux crédits reçus précédemment pour ces unités de terre.

Les méthodes décrites au Chapitre 3 pour l'estimation des émissions de gaz à effet de serre sans CO₂ sur des terres converties en terres forestières sont applicables aux activités de boisement et reboisement (voir Section 3.2.2.4 Gaz à effet de serre sans CO₂). Si les unités de terre boisées et reboisées sont affectées par des perturbations, on peut aussi appliquer des méthodes du Chapitre 3 décrites dans d'autres sections (voir, par exemple, Section 3.2.1.4.3 Feux).

4.2.6 Déboisement

La présente section examine des méthodes spécifiques applicables aux activités de déboisement et doit être lue conjointement avec l'analyse générale des Sections 4.2.2 à 4.2.4.

4.2.6.1 QUESTIONS DE DEFINITIONS ET PRESCRIPTIONS EN MATIERE DE NOTIFICATION

Selon les définitions des Accords de Marrakech, on entend par déboisement la conversion anthropique directe de terres forestières en terres non forestières. Les définitions n'incluent pas les récoltes qui sont suivies par la restauration du couvert végétal, ceci étant considéré comme une activité de gestion des forêts. La perte du couvert forestier résultant de perturbations naturelles (feux incontrôlés, invasions parasitaires, tempêtes de vent, etc.) n'est pas considérée comme un déboisement résultant d'activités anthropiques directes, car dans la plupart des cas ces superficies seront restaurées naturellement ou par des mesures anthropiques. Les activités humaines (depuis 1990), telles que la gestion des terres cultivées ou la construction de routes ou d'établissements, qui empêchent la restauration du couvert forestier en changeant l'affectation des terres sur des superficies ayant perdu leur couvert forestier à la suite de perturbations naturelles, sont aussi considérées comme un déboisement anthropique direct.

Au minimum, l'inventaire annuel devra identifier (pour la Méthode de notification 1 à la Section 4.2.2.2) :

- L'emplacement géographique des limites des superficies qui englobent des unités de terre faisant l'objet d'activités de déboisement anthropique direct. Les limites géographiques indiquées doivent correspondre aux strates dans l'estimation des superficies terrestres, comme décrit à la Section 5.3 ;
- Pour chacune de ces superficies, ou strates, des estimations de la superficie des unités de terre faisant l'objet d'activités de déboisement anthropique direct ; et les superficies des unités de terre qui font aussi l'objet d'activités prises en compte relevant de l'Article 3.4 (gestion des terres cultivées, gestion des pâturages, restauration du couvert végétal) ;
- L'année des activités de déboisement (1990 ou ultérieure), qui peut être estimée par interpolation à partir d'un inventaire portant sur plusieurs années, et
- La superficie des unités de terre faisant l'objet d'activités de déboisement anthropique direct dans chaque nouvelle catégorie d'utilisation des terres (terres cultivées, pâturages, établissements) pour permettre les calculs des variations des stocks de carbone et des émissions de gaz à effet de serre sans CO₂.

Un système plus complet (Méthode de notification 2 à la Section 4.2.2.2) identifie chaque unité de terre déboisée depuis 1990 à l'aide de limites polygonales, d'un système de coordonnées (par exemple, la grille de Mercator transverse universelle (UTM) ou la Latitude/Longitude), ou d'une description légale (celles utilisées par les bureaux du cadastre, par exemple) de l'emplacement de la terre faisant l'objet d'activités de déboisement. Le Chapitre 2, Base pour une représentation cohérente des superficies terrestres, analyse en détail des méthodologies possibles pour une représentation cohérente des superficies terrestres.

Les Parties devront utiliser les méthodes décrites au Chapitre 2, Base pour une représentation cohérente des superficies terrestres, en tenant compte des recommandations de la Section 5.3 et de la Section 4.2.2 pour s'assurer que les unités de terre déboisées sont identifiées correctement dans les bases de données sur l'utilisation des terres et autres inventaires. Les Accords de Marrakech stipulent que les superficies faisant l'objet de déboisement anthropique direct depuis 1990 doivent être notifiées séparément des superficies faisant l'objet de déboisement anthropique direct depuis 1990 qui font aussi l'objet d'activités prises en compte relevant de l'Article 3.4. Ceci préviendra le double comptage des variations des stocks de carbone sur des superficies qui ont été déboisées depuis 1990 (Article 3.3) et qui font l'objet d'autres utilisations des terres prises en compte telles que la gestion de terres cultivées (Article 3.4).

Le choix des méthodes pour l'établissement d'un inventaire des unités de terre faisant l'objet d'activités de déboisement dépendra des circonstances nationales. Pour la détection des superficies déboisées, les *bonnes pratiques* consistent à utiliser la Méthodologie 3 de la Section 2.3.2. La Section 4.2.2.2 contient une analyse générale des méthodes pour la notification d'unités de terre faisant l'objet d'activités relevant de l'Article 3.3.

4.2.6.2 CHOIX DE METHODES POUR L'IDENTIFICATION DES UNITES DE TERRE FAISANT L'OBJET DE DEBOISEMENT ANTHROPIQUE DIRECT

Les Parties au Protocole de Kyoto visées à l'Annexe B doivent notifier les variations des stocks de carbone et les émissions de gaz à effet de serre sans CO₂ pendant la période d'engagement sur des terres qui ont fait l'objet d'activités de déboisement anthropique direct depuis 1990 (après le 31 décembre 1989). La définition du déboisement figure dans les Accords de Marrakech⁴⁷. Conformément au Protocole de Kyoto, le déboisement désigne la conversion anthropique directe de terres forestières en terres non forestières. Pour quantifier le déboisement, on doit d'abord définir la forêt en termes de hauteur potentielle, couvert forestier et superficie minimale, comme susmentionné pour les activités de boisement et reboisement. On doit utiliser les mêmes valeurs de paramètres pour la définition de la forêt pour déterminer la superficie faisant l'objet du déboisement.

Lorsque la Partie a choisi ses valeurs de paramètres pour la définition des forêts, les limites de la superficie forestière peuvent être identifiées pour n'importe quel point temporel. Seules les superficies situées dans ces limites peuvent faire l'objet d'activités de déboisement. Par conséquent, les « superficies arborées » qui ne correspondent pas aux prescriptions minimales de la définition de la forêt adoptée par le pays ne peuvent pas faire l'objet d'un déboisement.

L'identification des unités de terre faisant l'objet d'activités de déboisement nécessite la délimitation des superficies qui :

1. Sont égales ou supérieures à la taille de la superficie minimale choisie par le pays pour sa définition de la forêt (entre 0,05 et 1 ha), et
2. Correspondaient à la définition de la forêt au 31 décembre 1989, et
3. Ne correspondaient plus à la définition de la forêt après le 1^{er} janvier 1990 à la suite d'un déboisement anthropique direct.

Des unités de terre ne peuvent être considérées comme déboisées que si elles ont fait l'objet d'une conversion anthropique directe de terres forestières en terres non forestières. Les terres qui ont perdu leur couvert forestier à la suite de perturbations naturelles ne sont donc pas considérées comme déboisées, même si les changements des conditions physiques empêchent ou retardent la restauration du couvert, à condition que ces changements ne soient pas le résultat de mesures anthropiques directes. Cependant, si la perturbation naturelle est suivie par une utilisation des terres non forestière, celle-ci empêchera la restauration du couvert forestier, et le déboisement sera alors considéré comme anthropique direct. Les terres forestières qui ont été inondées à la suite de la modification des systèmes de drainage (construction de routes ou de barrages hydroélectriques, etc.) et où l'inondation a entraîné une perte du couvert forestier, sont considérées comme ayant fait l'objet d'un déboisement anthropique direct.

Les liens entre les méthodologies du présent rapport et les *Lignes directrices du GIEC* sur la notification des superficies déboisées (conversion des forêts à d'autres fins d'utilisation) dans les inventaires aux termes de la CCNUCC figurent dans l'Encadré ci-dessous.

ENCADRE 4.2.4

LIENS AVEC LE CHAPITRE 2 OU 3 DU PRESENT RAPPORT

Terres forestières converties en terres cultivées, prairies, établissements, zones humides, autres terres depuis 1990, avec utilisation de la Méthodologie 3 du Chapitre 2.

LIENS AVEC LES *LIGNES DIRECTRICES DU GIEC*

Non disponibles dans un format conforme aux prescriptions des Accords de Marrakech au sujet de l'emplacement géographique des limites.

⁴⁷ Paragraphes 1(d), 3 et 5, respectivement, de l'Annexe du projet de décision -/CMP.1 (Utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie), contenu dans le document FCCC/CP/2001/13/Add.1, pp.58-59 :

« Déboisement » est la conversion anthropique directe des terres forestières en terres non forestières.

Pour déterminer la superficie à comptabiliser au titre du déboisement dans le cadre du système visé au paragraphe 3 de l'Article 3, chaque Partie détermine le couvert forestier en appliquant la même unité d'évaluation spatiale que celle utilisée pour déterminer les superficies boisées et reboisées, sans qu'elle puisse toutefois dépasser un hectare.

Chaque Partie visée à l'Annexe I indique, conformément à l'Article 7, la distinction établie entre l'abattage ou la perturbation de la forêt suivi du rétablissement d'une forêt et un déboisement. Cette information fait l'objet d'un examen conformément à l'Article 8.

4.2.6.2.1 DIFFÉRENTIATION ENTRE DÉBOISEMENT ET PERTE TEMPORAIRE DU COUVERT FORESTIER

Les Parties doivent préciser comment elles différencient entre le déboisement et les terres restant forêts mais sur lesquelles il y a perte temporaire du couvert forestier⁴⁸, en particulier les terres qui ont fait l'objet de récoltes ou d'autres perturbations anthropiques, mais pour lesquelles on prévoit que la forêt sera replantée ou restaurée naturellement. Conformément aux *bonnes pratiques*, on établira et indiquera des critères permettant de différencier entre la perte temporaire du couvert forestier et le déboisement. Une Partie, par exemple, pourrait définir les périodes prévues (années) entre la perte du couvert forestier et la restauration naturelle ou la plantation. La durée de ces périodes pourrait varier selon les régions, les biomes, les espèces, et les conditions des sites. En l'absence de changement d'affectation des terres, telle qu'une conversion en terres cultivées ou la construction d'établissements, les terres sans couvert forestier sont considérées comme des « forêts » à condition que la durée depuis la perte du couvert soit inférieure au nombre d'années pendant lesquelles on prévoit l'établissement du couvert forestier. Au terme de cette période, les terres qui étaient des forêts au 31 décembre 1989, et qui depuis ont perdu leur couvert forestier en raison de mesures anthropiques directes et qui n'ont pas été régénérées naturellement, sont considérées comme des terres déboisées et les variations des stocks de carbone et les émissions de gaz à effet de serre sans CO₂ pour ces terres doivent être recalculées et ajoutées à celles d'autres terres déboisées.

Bien que la perte du couvert forestier soit souvent facilement identifiable, par exemple par la détection de changements à l'aide d'images télédéteectées, la classification de ces terres en tant que terres déboisées est plus difficile. Elle requiert l'évaluation de l'unité de terre sur laquelle la perte du couvert a eu lieu, ainsi que la superficie avoisinante, et des données provenant de plusieurs sources pour compléter les informations obtenues par télédétection. Dans certains cas, on peut identifier une nouvelle utilisation des terres à l'aide d'images télédéteectées, par exemple l'identification de cultures ou d'infrastructures telles que des habitations ou des bâtiments industriels. On peut utiliser des informations au sujet des changements d'affectation des terres effectifs ou prévus et des activités de restauration du couvert végétal effectives ou prévues pour différencier entre le déboisement et la perte temporaire du couvert forestier. Si de telles informations ne sont pas disponibles, seul le passage du temps permettra de dire si la perte du couvert est temporaire. En l'absence de changement d'affectation des terres ou de développement d'infrastructures, et jusqu'au terme de la période de régénération possible, ces unités de terre restent classées dans la catégorie forêts. On notera que ceci est en accord avec la méthodologie proposée pour le boisement et reboisement, à savoir que les unités de terre qui n'ont pas été confirmées comme boisées/reboisées restent classées dans la catégorie des terres non forestières. Une Partie peut aussi adopter une méthode plus prudente et calculer, à partir de moyennes régionales ou d'autres données, le pourcentage de terres sans couvert forestier qui devraient ne pas être régénérées et attribuer ce pourcentage de la superficie aux terres faisant l'objet d'un déboisement.

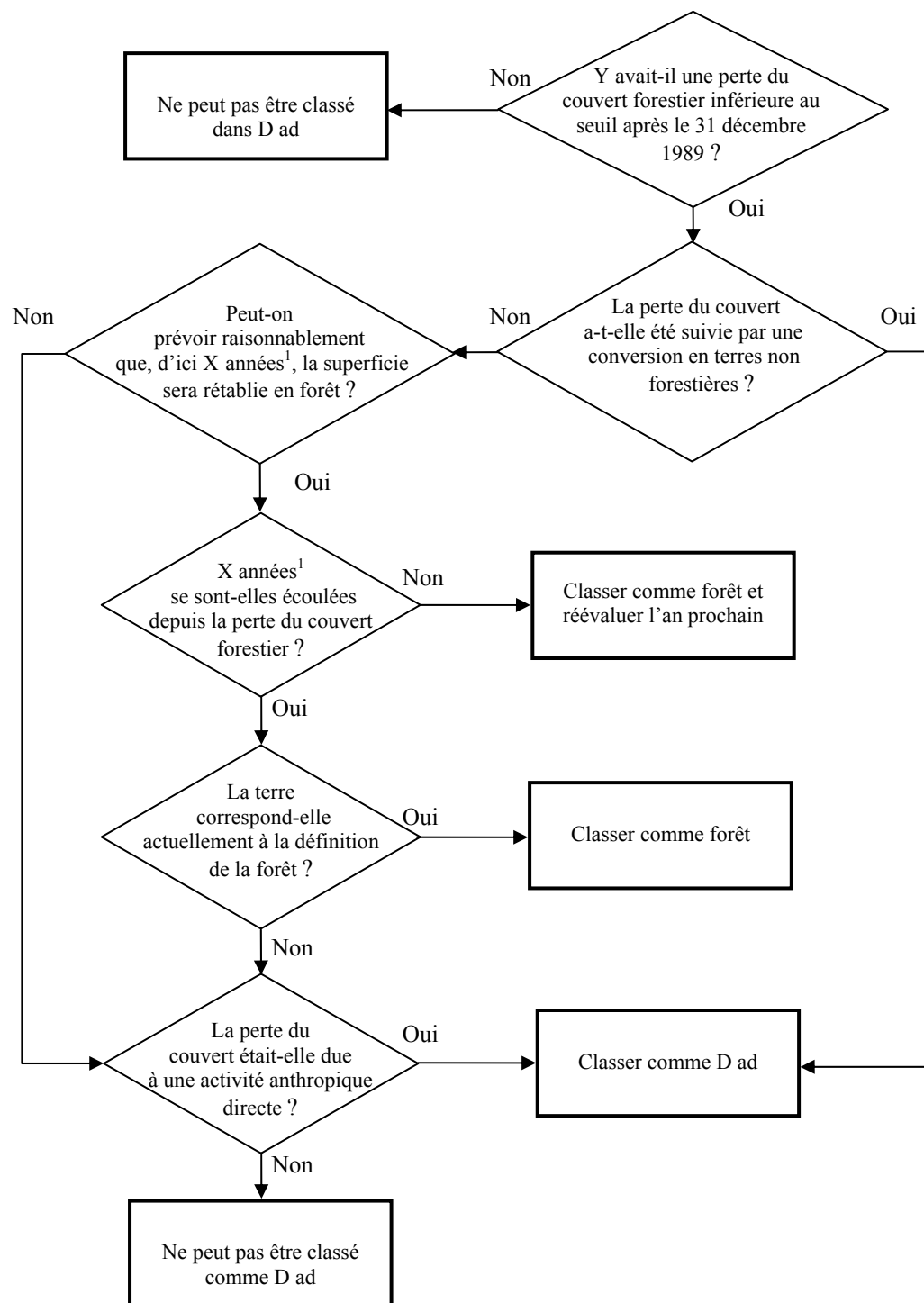
Quelle que soit la méthodologie choisie, les *bonnes pratiques* consistent à identifier et suivre les unités de terre ayant subi une perte de couvert forestier qui ne sont pas encore classées dans la catégorie des terres déboisées, et à indiquer leur superficie et leur état dans les informations supplémentaires annuelles (voir Tableau 4.2.4b à la Section 4.2.4.3). On devra aussi confirmer qu'il n'y a pas eu de restauration du couvert forestier sur ces terres pendant la durée prévue. Les unités de terre pour lesquelles, à la fin d'une période d'engagement, aucune information directe ne permettait de différencier entre le déboisement et d'autres causes de perte du couvert, pourraient être réévaluées annuellement, ou, au minimum, avant la fin de la période d'engagement suivante. S'il n'y a pas eu restauration du couvert ou si on identifie d'autres activités d'utilisation des terres, on devra reclasser ces terres dans la catégorie terres déboisées et recalculer les variations des stocks de carbone (voir aussi Chapitre 5, Section 5.6 Recalculs et cohérence des séries temporelles).

La différenciation entre la perte temporaire du couvert forestier et le déboisement peut s'appuyer sur des informations sur les terres ayant fait l'objet de récoltes et les terres affectées par des perturbations naturelles. Dans de nombreux pays, il est plus facile d'obtenir des données sur les parcelles de récolte et sur les perturbations naturelles que sur les activités de déboisement. Ces données peuvent être utilisées pour différencier entre déboisement anthropique direct et pertes temporaires du couvert forestier (récoltes, etc.) ou perturbations naturelles (feux incontrôlés ou épidémies parasitaires, etc.). Il sera plus facile de déterminer la cause de la perte du couvert pour les superficies restantes et d'identifier et de vérifier les unités de terre déboisées.

Un diagramme décisionnel permettant de déterminer si une unité de terre fait l'objet d'un déboisement anthropique direct est illustré à la Figure 4.2.6.

⁴⁸ Paragraphe 8(b) de l'Annexe du projet de décision -/CMP.1 (Article 7), contenu dans le document FCCC/CP/2001/13/Add.3, p.23.

Figure 4.2.6 Diagramme décisionnel permettant de déterminer si une unité de terre fait l'objet d'un déboisement (D) anthropique direct (ad)



4.2.6.3 CHOIX DE METHODES POUR L'ESTIMATION DES VARIATIONS DES STOCKS DE CARBONE ET DES EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE SANS CO₂

Selon les Accords de Marrakech, toutes les variations des stocks de carbone et les émissions de gaz à effet de serre sans CO₂ pendant la période d'engagement sur des unités de terre faisant l'objet d'un déboisement anthropique direct depuis 1990 doivent être notifiées. Si le déboisement s'est produit entre 1990 et le début de la période d'engagement, on doit estimer les variations des bassins de carbone après le déboisement pour chaque année

d'inventaire de la période d'engagement. Les pertes du couvert après les perturbations pendant la période d'engagement seront principalement le résultat de la décomposition continue du bois mort, de la litière et du carbone des sols demeurant sur le site après le déboisement. Ces pertes peuvent être compensées par des augmentations des bassins de biomasse.

Si le déboisement se produit pendant la période d'engagement, les stocks de carbone de la biomasse diminueront mais, selon les pratiques de déboisement, une partie de cette biomasse pourra s'ajouter aux bassins de la litière et du bois mort. Initialement, l'augmentation de ces bassins peut compenser en partie les pertes de carbone et retarder les émissions. Au cours des années suivantes, du carbone sera probablement émis par la litière et le bois mort par décomposition ou combustion.

Étant donné que les règles de comptabilisation brute-nette⁴⁹ s'appliquent pour les superficies faisant l'objet d'activités relevant de l'Article 3.3, des informations sur les variations des stocks de carbone pendant l'année de référence (1990) ne sont pas nécessaires, et seules les variations nettes des stocks de carbone dans l'écosystème et les émissions de gaz à effet de serre sans CO₂ pour chaque année de la période d'engagement sont estimées et notifiées.

Pour l'estimation des variations des stocks de carbone, les *bonnes pratiques* consistent à utiliser le même niveau méthodologique, ou un niveau supérieur, que celui utilisé pour estimer les émissions dues aux conversions des forêts aux Sections 3.3.2/3.4.2/3.5.2/3.6/3.7.2, Conversion de terres forestières dans une autre grande catégorie d'utilisation des terres.

On peut estimer les variations des stocks de carbone sur des terres faisant l'objet d'activités de déboisement pendant la période d'engagement en déterminant les stocks de carbone dans tous les bassins avant et après le déboisement. On peut également estimer les variations des stocks par les transferts en dehors de la forêt, par exemple, les quantités récoltées ou le combustible consommé dans le cas du brûlage. Pour le déboisement qui se produit avant la période d'engagement, il sera utile de connaître les stocks de carbone avant le déboisement pour estimer les interactions dynamiques du carbone après la perturbation. On peut, par exemple, estimer les émissions dues à la décomposition de la litière, du bois mort et du carbone organique des sols à l'aide de données sur la grandeur des bassins et les taux de décomposition. On peut obtenir des informations sur les stocks de carbone avant le déboisement à partir d'inventaires forestiers, de photographies aériennes, de données satellite, par comparaison avec des forêts voisines, ou de données reconstruites à partir de la présence éventuelle de souches. Des données sur la durée depuis le déboisement, sur la végétation actuelle et sur les pratiques de gestion sur ce site sont nécessaires pour estimer les variations des stocks de carbone et les émissions de gaz à effet de serre sans CO₂.

Lorsque des unités de terre faisant l'objet d'activités de déboisement deviennent des terres cultivées ou des prairies gérées, on devra utiliser les méthodologies établies décrites aux sections appropriées du présent rapport (Sections 3.3 Terres cultivées, 3.4 Prairies, 4.2.8 Gestion des terres cultivées, 4.2.9 Gestion des pâturages, et 4.2.10 Restauration du couvert végétal) pour estimer les variations des stocks de carbone. L'estimation des variations des stocks de carbone sur des terres converties en d'autres catégories d'utilisation est décrite aux Sections 3.5 à 3.7. Certaines de ces catégories peuvent contenir peu ou pas de carbone, ou bien les variations des stocks de carbone peuvent être minimales. L'Encadré 4.2.5 résume les liens avec les méthodologies sur l'estimation des variations des stocks de carbone et les émissions sans CO₂ dans le présent rapport et avec les *Lignes directrices du GIEC*.

ENCADRE 4.2.5

LIENS AVEC LE CHAPITRE 2 OU 3 DU PRESENT RAPPORT

Chapitre 3 – sections sur les « terres converties en ... » (seulement le pourcentage de terres forestières) (Sections 3.3.2, 3.4.2, 3.5.2, 3.6, 3.7.2 et Appendices connexes).

LIENS AVEC LES LIGNES DIRECTRICES DU GIEC

5 B Émissions de CO₂ et sans CO₂ imputables au brûlage et à la décomposition de la biomasse résultant de la conversion de forêts et de prairies (seulement le pourcentage de terres forestières) ;

5 D Émissions et absorptions de CO₂ par les sols (seulement le pourcentage déboisé).

Les méthodologies par défaut des *Lignes directrices du GIEC* ne couvrent pas la biomasse souterraine et la matière organique morte.

⁴⁹ Sauf les Parties qui entrent dans le cadre des dispositions de la dernière phrase de l'Article 3.7.

4.2.7 Gestion des forêts

La présente section examine des méthodes spécifiques pour l'identification des superficies faisant l'objet d'une gestion des forêts et pour le calcul des variations des stocks de carbone et des émissions sans CO₂ pour ces superficies. Cette section devra être lue conjointement avec l'analyse générale aux Sections 4.2.2 à 4.2.4.

4.2.7.1 QUESTIONS DE DEFINITIONS ET PRESCRIPTIONS EN MATIERE DE NOTIFICATION

Selon les Accords de Marrakech, on entend par « gestion des forêts » « *un ensemble d'opérations effectuées pour administrer et exploiter les forêts de manière à ce qu'elles remplissent durablement certaines fonctions écologiques (y compris la préservation de la diversité biologique), économiques et sociales pertinentes* »⁵⁰. Elle inclut les forêts naturelles et les plantations correspondant à la définition de la forêt dans les Accords de Marrakech, avec des valeurs de paramètres pour la forêt qui ont été choisies et notifiées par la Partie. Les Parties doivent décider d'ici le 31 décembre 2006 si elles souhaitent inclure la gestion des forêts dans leur inventaires nationaux et documenter leur choix dans leur rapport au Secrétariat de la CCNUCC.

Les pays ont le choix entre deux méthodologies pour interpréter la définition de la gestion des forêts. Avec la méthodologie plus spécifique, un pays peut définir un système de pratiques spécifiques pouvant inclure des pratiques de gestion du peuplement, telles que la préparation des sites, les plantations, les coupes d'éclaircie, la fertilisation et les récoltes, ainsi que des activités au niveau du paysage, telles que la protection anti-incendie et la lutte anti-parasitaire, entreprises depuis 1990. Avec cette méthodologie, la superficie faisant l'objet de la gestion des forêts peut augmenter dans le temps en raison de l'application de pratiques spécifiques sur de nouvelles superficies. Avec la méthodologie moins spécifique, un pays peut définir un système de pratiques de gestion des forêts (sans nécessité de mise en œuvre de pratiques de gestion des forêts spécifiques sur chaque terre), et identifier la superficie qui fait l'objet de ces pratiques pendant l'année d'inventaire de la période d'engagement⁵¹.

La Section 4.2.2 (Méthodologies générales pour l'identification des superficies, la stratification et la notification) explique que l'emplacement géographique des limites des superficies englobant des terres faisant l'objet d'activités de gestion des forêts doit être défini et notifié. Deux méthodes de notification sont décrites à la Section 4.2.2.2.

Avec la Méthode de notification 1 une limite peut englober plusieurs terres faisant l'objet d'une gestion des forêts et autres types d'utilisation des terres telles que l'agriculture ou les forêts non gérées. Les estimations des variations des stocks de carbone résultant de la gestion des forêts s'appliquent uniquement aux superficies faisant l'objet d'une gestion des forêts. Avec la Méthode de notification 2, une limite définit 100 pour cent d'une terre faisant l'objet d'une gestion des forêts sans d'autres types d'utilisation des terres. Avec cette méthode, une Partie identifie la limite géographique de toutes les terres faisant l'objet d'une gestion des forêts dans tout le pays.

Les Accords de Marrakech spécifient également que les terres faisant l'objet d'une gestion des forêts (Article 3.4) qui font aussi l'objet d'activités relevant de l'Article 3.3 (dans ce cas seulement boisement et reboisement) doivent être notifiées séparément des terres faisant seulement l'objet d'une gestion des forêts.

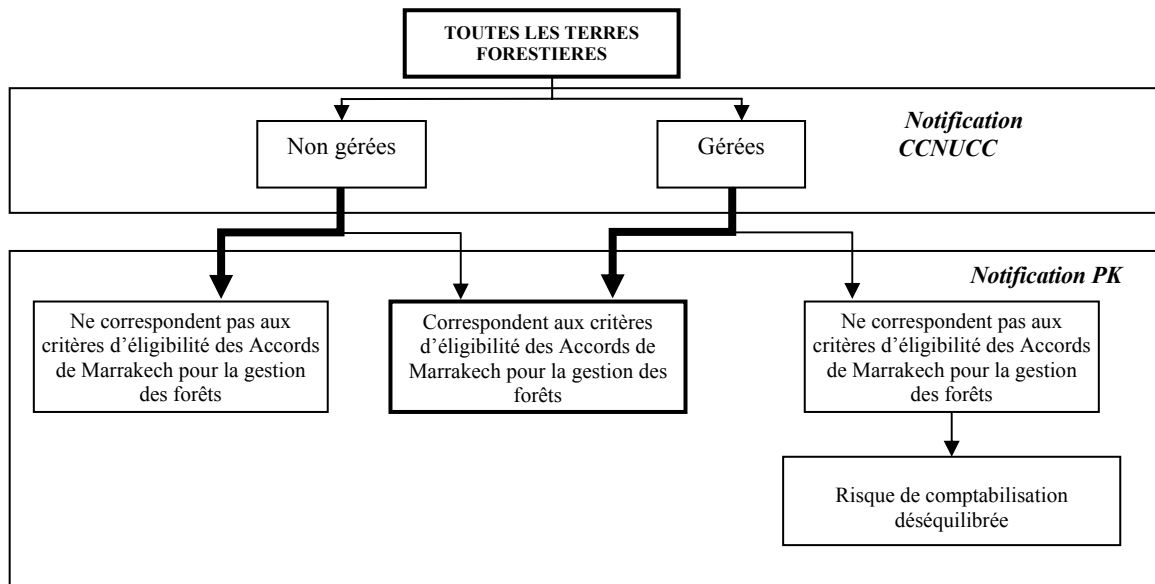
4.2.7.2 CHOIX DE METHODES POUR L'IDENTIFICATION DES TERRES FAISANT L'OBJET D'UNE GESTION DES FORETS

Selon la définition des Accords de Marrakech, une terre faisant l'objet d'une « gestion des forêts » ne représente pas nécessairement la même superficie de « forêts gérées » aux termes des *Lignes directrices du GIEC* utilisées pour les inventaires CCNUCC. Cette dernière définition inclut toutes les forêts sous influence humaine directe, y compris des forêts qui peuvent ne pas correspondre aux critères de définition des Accords de Marrakech. La plupart des superficies forestières faisant l'objet d'une gestion des forêts relevant de l'Article 3.4 du Protocole de Kyoto seraient aussi incluses dans les superficies de « forêts gérées » d'une Partie. Les liens sont résumés à la Figure 4.2.7.

⁵⁰ Voir paragraphe 1 (f) de l'Annexe du projet de décision -/CMP.1 (Utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie), contenu dans le document FCCC/CP/2001/13/Add.1, p.58.

⁵¹ En pratique, les deux méthodes peuvent donner des résultats très similaires. Par exemple, si la méthode spécifique inclut des activités au niveau du paysage telles que la lutte anti-incendies, la superficie qui fait l'objet de cette activité et d'autres activités de gestion des forêts pourrait être la même que celle résultant de l'application de la méthode plus générale.

Figure 4.2.7 Liens entre les différentes catégories de forêts. Certaines de ces terres peuvent aussi faire l'objet d'activités relevant de l'Article 3.3 (boisement ou reboisement) comme indiqué à la Figure 4.1.1. Des flèches épaisses indiquent les cas où la plupart des superficies incluses dans une catégorie particulière pour la notification aux termes de la CCNUCC seront probablement incluses dans la notification aux termes du Protocole de Kyoto. Voir les Sections 4.2.7 et 4.2.7.1 pour d'autres explications.



Conformément aux *bonnes pratiques*, chaque Partie qui prend en compte la gestion des forêts doit documenter comment elle applique la définition de la gestion des forêts des Accords de Marrakech de façon cohérente, et comment elle différencie entre les superficies faisant l'objet d'une gestion des forêts et celles qui ne le font pas. Des exemples de décisions spécifiques au pays incluent le traitement des vergers ou des pâturages arborés. Conformément aux *bonnes pratiques*, on basera l'affectation des terres aux activités en utilisant des critères d'utilisation des terres prédominante.

La Figure 4.2.7 représente les liens entre différentes catégories de forêts. Pour la notification aux termes de la CCNUCC, les pays ont sub-divisé leur superficie forestière en forêts gérées (celles qui sont incluses dans la notification) et forêts non gérées (non incluses). Les forêts gérées pourraient aussi être sub-divisées en superficies qui correspondent au critère d'éligibilité des Accords de Marrakech pour les activités de gestion des forêts et celles (s'il y a lieu) pour lesquelles ce n'est pas le cas.

Étant donné que la plupart des pays ont adopté des politiques pour une gestion des forêts durable, et/ou mettent en œuvre des *opérations pour administrer et exploiter les forêts de manière à ce qu'elles remplissent durablement certaines fonctions écologiques (dont la préservation de la diversité biologique), économiques et sociales pertinentes*⁵², la superficie totale de forêt gérée dans un pays sera souvent la même que la superficie faisant l'objet d'une gestion des forêts. Les *bonnes pratiques* consistent à définir les critères nationaux pour l'identification de la terre faisant l'objet d'une gestion des forêts de façon à avoir un bon accord entre la superficie de forêts gérées (telle qu'elle est notifiée aux termes de la CCNUCC) et la superficie de forêts faisant l'objet d'une gestion des forêts. Dans le cas de divergences, celles-ci devront être expliquées et le degré de divergence devra être documenté. En particulier, lorsque des superficies considérées comme des forêts gérées sont exclues de la superficie faisant l'objet d'une gestion des forêts, la raison de l'exclusion devra être fournie pour éviter de donner l'impression d'une comptabilisation déséquilibrée (Figure 4.2.7). Une comptabilisation déséquilibrée peut se produire si des superficies considérées comme des sources sont exclues de préférence et des superficies considérées comme des puits sont incluses dans l'inventaire national. Le rapport du GIEC sur les définitions et options méthodologiques pour inventorier les émissions dues à la dégradation anthropique des forêts et la perte d'autre couvert végétal examine plus en détail la question de la comptabilisation déséquilibrée.

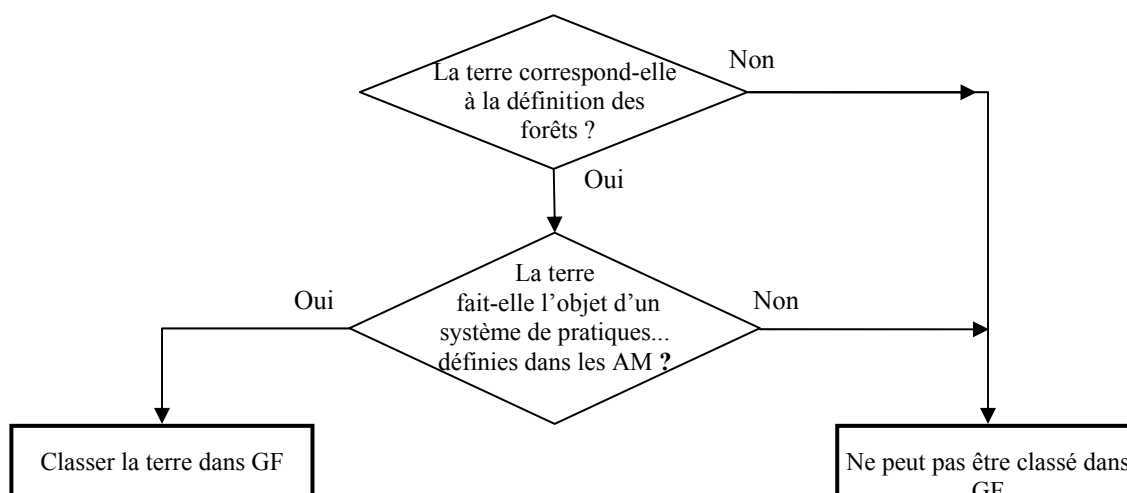
Certaines circonstances nationales peuvent justifier la désignation de superficies considérées comme des « forêts non gérées » pour la notification aux termes de la CCNUCC en tant que terres faisant l'objet d'une gestion des forêts aux termes du Protocole de Kyoto. Une Partie, par exemple, peut avoir choisi d'exclure les domaines

⁵² Voir paragraphe 1(f) de l'Annexe du projet de décision -/CMP.1 (Utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie), contenu dans le document FCCC/CP/2001/13/Add.1, p.58.

forestiers nationaux de la superficie des forêts gérées, car ces domaines ne contribuent pas à la production de bois d'œuvre. Mais lorsque ces domaines sont gérés en vue de remplir des fonctions écologiques (dont la biodiversité) et sociales pertinentes, et font l'objet d'activités de gestion des forêts, telles que la lutte anti-incendies, un pays peut choisir d'inclure ces domaines forestiers nationaux en tant que terres faisant l'objet d'une gestion des forêts (Figure 4.2.7). Dans ce cas, le pays devra envisager d'inclure toutes les superficies faisant l'objet d'activités de gestion des forêts dans sa superficie de forêts gérées pour les futures années de notification aux termes de la CCNUCC.

La Figure 4.2.8 contient le diagramme décisionnel permettant de déterminer si une terre peut être considérée comme faisant l'objet d'une gestion des forêts. Une terre classée comme faisant l'objet d'une gestion des forêts doit correspondre aux critères adoptés du pays pour la définition de la forêt. Il est possible que plusieurs activités anthropiques directes influent sur la terre, auquel cas, on doit développer des critères nationaux par lesquels ces terres sont classées avec cohérence dans les catégories appropriées.

Figure 4.2.8 Diagramme décisionnel permettant de déterminer si une terre peut être considérée comme faisant l'objet d'une gestion des forêts



Les *bonnes pratiques* consistent à développer des critères précis pour différencier entre les terres faisant l'objet d'une gestion des forêts et celles faisant l'objet d'autres activités relevant de l'Article 3.4, et à appliquer ces critères avec cohérence au plan temporel et spatial. Par exemple, des terres forestières principalement gérées à des fins de pâturage pourraient être incluses dans la catégorie gestion des forêts ou gestion des pâturages, mais non pas dans les deux. De même, les vergers peuvent correspondre à la définition de la forêt, mais être dans la catégorie gestion des terres cultivées. Les *bonnes pratiques* consistent à examiner l'influence humaine prédominante sur la terre pour décider de sa classification. Si la terre est classée dans la catégorie gestion des forêts, ou gestion des pâturages/gestion des terres cultivées, cette classification a des incidences sur les règles de comptabilisation applicables, comme indiqué au Tableau 4.1.1.

Conformément aux *bonnes pratiques*, chaque Partie doit décrire son application de la définition de gestion des forêts et indiquer les limites des superficies qui englobent les terres faisant l'objet d'une gestion des forêts pendant l'année d'inventaire de la période d'engagement. Dans la plupart des cas, ceci sera basé sur des informations contenues dans des inventaires forestiers, y compris des critères tels que des limites administratives (zones protégées ou domaines, par exemple) ou légales (propriété foncière), étant donné que la différence entre les forêts gérées et non gérées, ou peut-être entre les forêts gérées qui correspondent à la définition de la gestion de la forêt des Accords de Marrakech, et des forêts gérées qui ne correspondent pas, peut être difficile ou impossible à détecter par télédétection ou autres modes d'observation. Les terres faisant l'objet d'activités de boisement et reboisement qui sont aussi des terres faisant l'objet d'une gestion des forêts doivent être identifiées séparément de celles qui correspondent seulement aux critères de l'Article 3.3 ou celles qui ne font l'objet d'une gestion des forêts que conformément à l'Article 3.4. L'identification de ces terres réduit le risque de double comptage.

La superficie des terres faisant l'objet d'une gestion des forêts peut augmenter (ou diminuer) dans le temps. Si un pays, par exemple, développe son infrastructure routière dans des forêts autrefois non gérées et entreprend des activités de récoltes, la superficie des terres faisant l'objet d'une gestion des forêts augmente, et les variations des stocks de carbone associées doivent être évaluées en conséquence. Lorsque des changements de superficie se produisent dans le temps, il est très important que les méthodes utilisées pour le calcul des variations des stocks de carbone soient appliquées dans l'ordre décrit à la Section 4.2.3.2. Sinon, on court le risque d'obtenir une augmentation apparente mais incorrecte des stocks de carbone qui est en fait le résultat de la variation de la superficie.

Une fois qu'une superficie a été incluse dans la notification des variations des stocks de carbone aux termes du Protocole de Kyoto, elle ne peut pas être exclue, mais sa catégorie de notification peut changer (comme indiqué à la

Section 4.1.2). La superficie faisant l'objet de la gestion des forêts peut seulement diminuer dans le temps en raison d'activités de déboisement. Cependant, les unités de terre déboisées sont soumises aux règles de l'Article 3.3 et les futures variations des stocks de carbone doivent être notifiées. Par conséquent, une superficie notifiée aux termes de l'Article 3.4 diminuera, alors que la superficie notifiée aux termes de l'Article 3.3 augmentera dans les mêmes proportions.

L'Encadré 4.2.6 résume les liens avec des méthodologies dans le présent rapport et avec les *Lignes directrices du GIEC* pour l'identification des superficies terrestres.

ENCADRE 4.2.6
LIENS AVEC LE CHAPITRE 2 OU 3 DU PRESENT RAPPORT
Terres forestières restant terres forestières au Chapitre 3.
LIENS AVEC LES LIGNES DIRECTRICES DU GIEC
Non disponibles dans un format conforme aux prescriptions des Accords de Marrakech au sujet de l'emplacement géographique des limites.

4.2.7.3 CHOIX DE METHODES POUR L'ESTIMATION DES VARIATIONS DES STOCKS DE CARBONE ET DES EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE SANS CO₂

Les méthodes d'estimation des variations des stocks de carbone des divers bassins suivent celles indiquées dans les *Lignes directrices du GIEC* développées au Chapitre 3 pour la biomasse aérienne et souterraine et le carbone organique des sols, la litière étant la même que le bassin des sols forestiers, et le bois mort le même que les débris ligneux grossiers, dont les définitions figurent au Chapitre 3 au Tableau 3.1.2.

Étant donné que les règles de comptabilisation brute-nette s'appliquent pour les superficies faisant l'objet d'activités de gestion des forêts, des informations sur les variations des stocks de carbone pendant l'année de référence (1990) ne sont pas nécessaires, et seules les variations nettes des stocks de carbone dans l'écosystème et les émissions de gaz à effet de serre sans CO₂ pour chaque année de la période d'engagement sont estimées et notifiées.

En général, les méthodes pour le secteur UTCATF des *Lignes directrices du GIEC* développées au Chapitre 3 du présent rapport s'appliquent aux terres faisant l'objet d'une gestion des forêts. Elles incluent « toute forêt qui fait l'objet d'interventions humaines périodiques ou continues qui influent sur les stocks de carbone » (Manuel de référence, GIEC, 1997, p. 5.14). La structure par niveau doit être appliquée comme suit :

- Le Niveau 1, décrit au Chapitre 3, suppose que la variation nette des stocks de carbone pour les bassins de la litière (sols forestiers), du bois mort et du carbone organique des sols (COS) est égale à zéro, mais les Accords de Marrakech spécifient que la biomasse aérienne et souterraine, la litière, le bois mort et le COS doivent tous être comptabilisés, sauf si le pays choisit de ne pas compter un bassin s'il peut démontrer que celui-ci n'est pas une source. Par conséquent, le Niveau 1 ne peut être appliqué que si on peut démontrer que les bassins de la litière, du bois mort et du COS ne sont pas des sources, à l'aide des méthodes décrites à la Section 4.2.3.1. Le Niveau 1 peut aussi être appliqué seulement si la gestion des forêts n'est pas considérée comme une catégorie clé, ce qui ne peut être le cas que si les « terres forestières restant terres forestières » au Chapitre 3 ne sont pas une catégorie clé.
- Les méthodes de Niveaux 2 et 3 devront être appliquées avec tous les bassins quantifiés, sauf si la Partie choisit d'exclure ceux pour lesquels elle peut démontrer qu'ils ne sont pas une source, à l'aide des méthodes décrites à la Section 4.3.2.1.

Les prescriptions en matière de données pour la notification aux termes du Protocole de Kyoto ne peuvent être satisfaites avec les informations contenues dans l'inventaire national aux termes de la CCNUCC que si :

1. Les superficies faisant l'objet d'une gestion des forêts sont les mêmes que celles des forêts gérées (Figure 4.2.8) (ou si elles ne sont pas les mêmes, la superficie et les variations des stocks de carbone des superficies faisant l'objet d'une gestion des forêts sont connues), et
2. La superficie et les variations des stocks de carbone de la forêt gérée dans les limites géographiques de chaque strate utilisée dans le pays sont connues, et
3. La superficie de la forêt gérée qui était le résultat de boisement ou reboisement anthropique direct depuis 1990 est connue, ainsi que les variations des stocks de carbone sur cette superficie.

Lorsqu'il est possible d'obtenir ces informations à partir de l'inventaire aux termes de la CCNUCC, les étapes suivantes seront nécessaires pour préparer la notification aux termes du Protocole de Kyoto :

1. Calculer, puis ajouter les variations des stocks de carbone pour les forêts qui restent et les conversions en forêts, y compris tous les bassins pour chaque strate utilisée dans le pays.
2. Soustraire les variations des stocks de carbone sur les superficies (le cas échéant) qui correspondent aux critères adoptés pour les forêts gérées mais ne correspondent pas à la définition de la gestion des forêts des Accords de Marrakech. Si, en raison des circonstances nationales, la superficie faisant l'objet d'une gestion des forêts aux termes de l'Article 3.4 contient des superficies qui ne font pas partie de la forêt gérée, on doit ajouter les variations des stocks de carbone sur cette superficie supplémentaire.
3. Soustraire les variations des stocks de carbone sur des unités de terre faisant l'objet de boisement et reboisement du total obtenu après l'étape 2, et notifier les résultats dans le Tableau 4.2.5 et les moyens de présenter des informations cartographiées.

Une autre possibilité, plus pratique, consiste à calculer et ajouter les variations des stocks de carbone pour chaque strate (les superficies définies par l'emplacement des limites géographiques) pour chaque année de la période d'engagement sur toutes les terres faisant l'objet d'une gestion des forêts. Pour satisfaire aux prescriptions en matière de notification du Protocole de Kyoto, les systèmes nationaux de comptabilisation du carbone des forêts doivent pouvoir suivre toutes les superficies forestières, qu'elles soient classées comme forêts gérées (CCNUCC) ou relevant des Articles 3.3 et/ou 3.4 du Protocole de Kyoto. Ces systèmes peuvent alors être utilisés pour calculer et notifier les variations nettes des stocks de carbone pour toutes les catégories pertinentes pour la notification aux termes de la CCNUCC et du Protocole de Kyoto. Cette méthode, plus complète, assurera aussi la cohérence entre les méthodes utilisées pour le calcul et la notification des variations des stocks de carbone, car les mêmes inventaires de changement de forêts et d'affectation des terres serviront de base aux calculs pour les deux types de notification.

L'Encadré 4.2.7 résume les liens avec des méthodologies dans le présent rapport et avec les *Lignes directrices du GIEC* pour l'estimation des variations des stocks de carbone et des émissions dans CO₂.

ENCADRE 4.2.7

LIENS AVEC LE CHAPITRE 2 OU 3 DU PRESENT RAPPORT

Chapitre 3 Section 3.2.1 (Terres forestières restant terres forestières)

La superficie faisant l'objet d'une gestion des forêts peut ne pas être la même que la superficie de « Terres forestières restant terres forestières » et les estimations doivent peut-être être ajustées en conséquence.

LIENS AVEC LES *LIGNES DIRECTRICES DU GIEC*

5 A Évolution du patrimoine forestier et autres stocks de biomasse ligneuse (soustraire tous les boisements et reboisements depuis 1990 – comme calculé précédemment – de l'estimation de la catégorie 5A) ;

5 D Émissions et absorptions de CO₂ par les sols ;

5 E Autres (CH₄, N₂O dans les forêts gérées).

Les méthodologies par défaut des *Lignes directrices du GIEC* ne couvrent pas la biomasse souterraine et la matière organique morte.

Des méthodes pour l'estimation des émissions sans CO₂ par les terres forestières restant terres forestières sont examinées au Chapitre 3 (Section 3.2.1). Les *recommandations en matière de bonnes pratiques* relatives au choix de données d'activité et de facteurs d'émissions pour l'estimation des émissions sans CO₂ examinées au Chapitre 3 s'appliquent également aux terres faisant l'objet d'une gestion des forêts.

4.2.8 Gestion des terres cultivées

4.2.8.1 QUESTIONS RELATIVES AUX DEFINITIONS ET AUX PRESCRIPTIONS DE NOTIFICATION

On entend par « gestion des terres cultivées » un ensemble d'opérations effectuées sur des terres où l'on pratique l'agriculture et sur des terres qui font l'objet d'un gel ou ne sont temporairement pas utilisées pour la production de cultures⁵³. Les *bonnes pratiques* consistent à inclure dans des terres faisant l'objet d'une gestion des terres cultivées, toutes les terres dans la catégorie (ii) du système d'utilisation des terres (UT) du Chapitre 2 (Section 2.2 Catégories d'utilisation des terres), à savoir les terres cultivées/terres arables/travail du sol.

La catégorie « gestion des terres cultivées » devra inclure toutes les terres à cultures temporaires (annuelles) et permanentes (vivaces), et toutes les terres en jachère mises en réserve pendant une ou plusieurs années avant d'être cultivées à nouveau. Les cultures vivaces incluent les arbres et arbustes fruitiers, tels que les vergers (voir les exceptions ci-dessous), les vignes et les plantations (cacaoyers, caféiers, théiers, bananiers, etc.). Si ces terres satisfont aux critères des seuils de définition des forêts (voir note de bas de page 6 à la Section 4.1 pour la définition de « forêt » figurant dans les Accords de Marrakech), conformément aux *bonnes pratiques*, elles devront être incluses dans la catégorie gestion des terres cultivées ou gestion des forêts, mais pas dans les deux. Les rizières font partie des terres cultivées, mais les émissions de méthane associées devront être notifiées dans le secteur Agriculture et non pas dans le secteur CATF des inventaires nationaux de gaz à effet de serre, conformément aux *Lignes directrices du GIEC* et à *GPG2000*. Les zones arborées, telles que les vergers ou les brise-vent, qui ont été établies après 1990 et satisfont à la définition des forêts, peuvent être considérées comme un boisement/reboisement, auquel cas elles peuvent être incluses dans ces catégories (voir Section 4.1.2 Règles générales pour la classification des superficies terrestres aux termes des Articles 3.3. et 3.4). Les terres arables, utilisées d'ordinaire pour les cultures temporaires, mais qui sont utilisées temporairement pour les pâturages, peuvent aussi être incluses dans la catégorie des terres cultivées⁵⁴.

Étant donné la diversité potentielle des systèmes nationaux de classification d'utilisation de terres, conformément aux *bonnes pratiques*, les pays spécifieront les types de terres incluses dans la catégorie « gestion des terres cultivées » dans leur système national d'utilisation des terres et comment elles sont différenciées des pâturages/parcours naturels (comme dans la catégorie d'utilisation des terres (iii) décrite à la Section 2.2) et des terres faisant l'objet d'un boisement/reboisement, d'une gestion des forêts, gestion des pâturages et restauration du couvert végétal prises en compte (ou non). Par exemple, les *bonnes pratiques* consisteront à spécifier si et dans quelle mesure les vergers et les brise-vent sont inclus dans la catégorie « gestion des terres cultivées », ceci afin d'améliorer la transparence de la notification et la comparabilité entre les Parties.

Pour utiliser la méthodologie proposée pour estimer les variations des stocks de carbone sur ces terres, on doit subdiviser la superficie totale des terres cultivées en superficies faisant l'objet de pratiques de gestion (qui peuvent se recouper temporellement et spatialement) pour l'année de référence et chaque année de la période d'engagement. Les facteurs d'émissions et d'absorptions de carbone dépendent de la gestion en cours et antérieure. Certaines terres peuvent émettre du CO₂, d'autres peuvent absorber du carbone, d'autres encore peuvent être dans un état d'équilibre, et cette situation peut changer si la gestion change.

On doit disposer d'un ensemble de définitions plus complet des systèmes d'utilisation des terres et de gestion pour les terres cultivées, pour diverses zones climatiques, telles que celles figurant dans les *Lignes directrices du GIEC*, pour obtenir des données plus sub-divisées sur les utilisations des terres et les pratiques de gestion. Les grandes catégories de pratiques pour la gestion des terres cultivées, qui influent sur les stocks de carbone, incluent le travail du sol, les rotations et les cultures de couverture, la gestion de la fertilité, la gestion des résidus végétaux, le contrôle de l'érosion et la gestion de l'irrigation (GIEC, 2000b, p.184). D'autres informations figurent au Chapitre 3 du présent rapport.

4.2.8.1.1 1990 ANNEE DE REFERENCE

Les activités de gestion des terres cultivées, gestion des pâturages et restauration du couvert végétal relevant de l'Article 3.4 nécessitent une comptabilisation net net⁵⁵. A cet effet, les émissions et absorptions de gaz à effet de serre pendant l'année de référence doivent être notifiées pour n'importe laquelle de ces activités relevant de l'Article 3.4 (gestion des terres cultivées, gestion des pâturages et restauration du couvert végétal) prise en compte. On doit pour cela calculer les superficies totales sur lesquelles chacune de ces activités a été menée pendant l'année de

⁵³ Paragraphe 1(g) de l'Annexe du projet de décision -/CMP.1 (Utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie), figurant dans le document FCCC/CP/2001/13/Add.1, p.58.

⁵⁴ <http://www.unescap.org/stat/envstat/stwes-class-landuse.pdf>

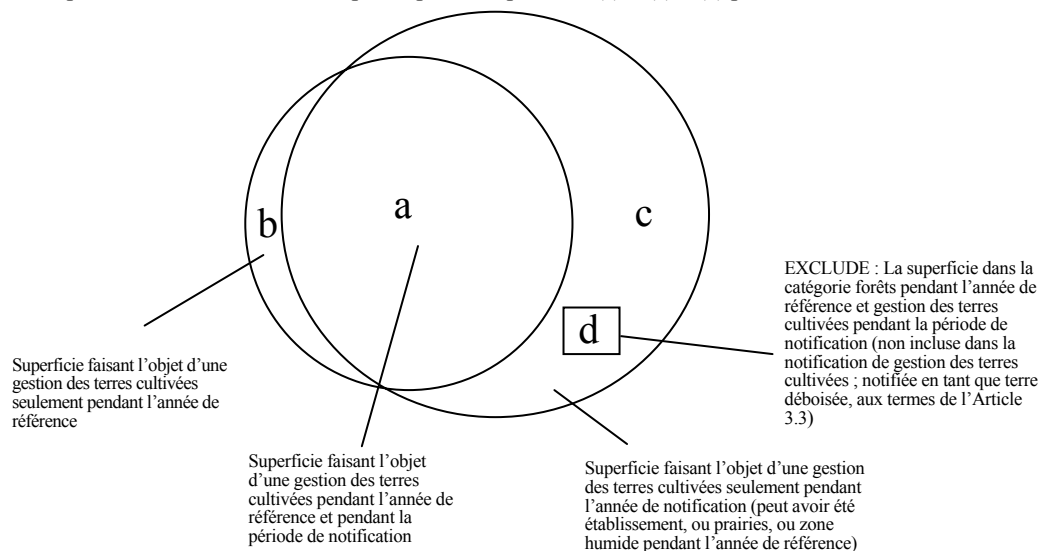
⁵⁵ La comptabilisation net net renvoie aux dispositions du paragraphe 9 de l'Annexe du projet de décision -/CMP.1 (Utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie) figurant dans le document FCCC/CP/2001/13/Add.1, p.59-60.

référence, ainsi que les variations des stocks de carbone pour ces superficies. Les émissions de gaz à effet de serre sans CO₂ sont couvertes dans le secteur Agriculture des *Lignes directrices du GIEC* en 1990 pour ces superficies (voir le texte sur les gaz sans CO₂ dans la présente section et dans l'Encadré 4.1.1, Exemples 1 et 2 à la Section 4.1.2).

Si la superficie faisant l'objet d'une activité relevant de l'Article 3.4 varie considérablement entre l'année de référence et la période d'engagement, les estimations obtenues (c'est-à-dire la soustraction des variations des stocks sur une superficie variable dans le temps) peuvent être déséquilibrées (voir Encadré 4.2.8).

ENCADRE 4.2.8
EXEMPLE DE SUPERFICIES FAISANT L'OBJET D'UNE GESTION DES TERRES CULTIVEES EN 1990
ET PENDANT LA PERIODE D'ENGAGEMENT (COMPTABILISATION NET NET)

Dans cet exemple, la superficie faisant l'objet d'une gestion des terres cultivées pendant l'année de référence augmente pendant l'année de notification pendant la période d'engagement. Une partie de la superficie faisait l'objet d'une gestion des terres cultivées pendant l'année de référence et pendant la période de notification (a). Une partie de la superficie faisant l'objet d'une gestion des terres cultivées pendant l'année de référence ne fait plus l'objet de cette gestion pendant l'année de notification (b). Certaines superficies faisant l'objet d'une gestion des terres cultivées pendant l'année de notification ne faisaient pas l'objet de cette gestion pendant l'année de référence (c). La superficie (d) fait l'objet d'une gestion des terres cultivées, mais a fait l'objet d'un déboisement, qui est prioritaire. Conformément au Protocole de Kyoto, les émissions et absorptions par les superficies (a) + (b) pendant l'année de référence sont comparées aux émissions et absorptions par les superficies (a) + (c) – (d) pendant l'année de notification.



Avec cette méthode, il n'est pas indispensable de suivre les variations des stocks de carbone liées aux activités qui ne sont pas couvertes par les Accords de Marrakech. Comme d'autres méthodes alternatives, elle peut avoir des implications au niveau politique. Par exemple, une simple variation de superficie sans variations des stocks par superficie unitaire pourrait donner lieu à un crédit ou un débit sans qu'il y ait eu de perte ou de gain réel pour l'atmosphère.

Pour la majorité des Parties ayant des engagements aux termes de l'Annexe B du Protocole de Kyoto, l'année de référence est 1990. Mais, aux termes des dispositions de l'Article 4.6 de la CCNUCC, les Parties aux économies en transition (EET) bénéficient d'une certaine latitude en ce qui concerne le niveau historique des émissions choisi comme référence. En conséquence, pour cinq pays EET, l'année ou la période de référence se situe entre 1985 et 1990 et ils devront donc évaluer les émissions de CO₂ et autres émissions et absorptions de gaz à effet de serre pour ces années. Des données historiques sur l'utilisation des terres et les pratiques de gestion en 1990 (ou pour l'année appropriée) et pour des années avant 1990 seront nécessaires pour estimer les émissions/absorptions annuelles nettes de carbone des sols résultant de la gestion des terres cultivées pour l'année de référence 1990. La méthode décrite au Chapitre 3 (Section 3.3.1.2.1.1 Variation des stocks de carbone des sols – Sols minéraux) suppose que le changement d'affectation/gestion des terres a des effets pendant vingt ans ; donc, si on utilise cette méthode, on calcule la variation nette des stocks de carbone en 1990 à partir de la gestion entre 1970 et 1990. Si on dispose de données sur les superficies et les activités pour la période entre 1970 et 1990, on peut calculer la variation nette des stocks de carbone pendant l'année de référence 1990 à l'aide des facteurs par défaut d'émissions et d'absorptions de carbone comme décrit ci-dessus. La durée des effets peut être inférieure ou supérieure à vingt ans. Conformément aux *bonnes pratiques*, on utilisera une période plus appropriée, basée sur des données et mesures spécifiques au pays (voir les méthodes de Niveaux 2 et 3 à la Section 4.2.8.3.1). En l'absence de données sur les superficies et les activités pour la période entre 1970 et 1990 (ou une autre période appropriée) il n'y a pas de données historiques

permettant d'estimer la variation des stocks de carbone pendant l'année de référence (1990), et celle-ci devra donc être reconstituée à l'aide d'autres données si la gestion des terres cultivées est prise en compte pour la première période d'engagement.

L'estimation de la variation des stocks de carbone pendant l'année de référence a un effet marqué sur la comptabilisation net net. En l'absence de données fiables pour la période entre 1970 et 1990 (ou une autre période applicable), les pays peuvent choisir l'option appropriée parmi les options suivantes :

- Choisir de ne pas prendre en compte la gestion des terres cultivées en tant qu'activité relevant du Protocole de Kyoto pour la première période d'engagement.
- Notifier une émission (perte de carbone) pour 1990 (ou pour une année de référence appropriée) *uniquement* si on peut vérifier que, pendant les vingt années avant l'année de référence, la terre a fait l'objet d'un changement de gestion (culture de terres qui étaient initialement des forêts, par exemple) à l'origine d'émissions de carbone par les sols.
- Utiliser un facteur d'émissions/d'absorptions par défaut de zéro pour 1990, à condition de pouvoir démontrer qu'il y a eu peu de changements des pratiques de gestion sur la terre étudiée au cours des vingt années antérieures à 1990.
- Utiliser des données d'une autre année pour laquelle on peut démontrer qu'elle peut remplacer de manière fiable l'année de référence (1989 au lieu de 1990, par exemple). Cette année de substitution doit être la plus proche possible de 1990 et, toutes choses étant égales, on donnera préférence à une année plus récente.
- Utiliser une méthodologie spécifique au pays, dont on peut démontrer la fiabilité, pour estimer la variation des stocks de carbone des sols pour l'année de référence en 1990. Conformément aux *bonnes pratiques*, on vérifiera que cette méthodologie ne surestime ni ne sous-estime les émissions/absorptions pendant l'année de référence (voir l'analyse des méthodes de Niveaux 2 et 3 à la Section 4.2.8.3). Dans la plupart des cas, ces méthodes nécessiteront aussi des données historiques sur les pratiques de gestion avant 1990.

Cette méthodologie peut donner lieu quelquefois à des estimations prudentes de la variation des stocks de carbone des sols mais, en l'absence de données fiables et vérifiables pour estimer la variation des stocks de carbone pour 1990, elle permettra de ne pas surestimer l'absorption atmosphérique nette de carbone.

4.2.8.2 CHOIX DES METHODES D'IDENTIFICATION DES TERRES

Des recommandations générales sur l'identification des terres faisant l'objet d'une gestion des terres cultivées sont présentées aux Sections 4.1.1, 4.1.2, 4.2.1, et 4.2.2. Conformément aux Accords de Marrakech, l'emplacement géographique des limites de la superficie qui inclut la terre faisant l'objet d'une gestion des terres cultivées doit être notifié annuellement, ainsi que les superficies totales des terres faisant l'objet de cette activité.

L'emplacement géographique des limites peut inclure une description spatialement explicite de chaque terre faisant l'objet d'une gestion des terres cultivées, mais cela n'est pas indispensable. On peut aussi indiquer les limites de grandes superficies incluant des terres plus petites faisant l'objet d'une gestion des terres cultivées, ainsi que des estimations de la superficie faisant l'objet d'une gestion des terres cultivées dans chaque grande superficie. Dans les deux cas, la terre faisant l'objet d'une gestion des terres cultivées, et cette gestion, doivent être suivies dans le temps car la continuité de la gestion influe sur les émissions et les absorptions de carbone. Par exemple, une Partie qui souhaite notifier des absorptions de carbone suite à une conversion sans travail du sol pour 10 pour cent d'une superficie faisant l'objet d'une gestion des terres cultivées doit démontrer qu'il n'y a pas eu de travail du sol sur cette terre pour cette période, étant donné que l'accumulation de carbone dans les sols minéraux dépend d'une absence continue du travail du sol (et que les facteurs d'émissions/d'absorptions de carbone ont été calculés pour une absence continue du travail du sol). Par conséquent, le taux d'absorption du carbone pour la superficie totale sera différent selon que les mêmes 10 pour cent de terre sont restés sans travail du sol ou si les 10 pour cent sans travail du sol se situent sur une partie différente de la superficie pour différentes années ; on ne peut pas se contenter simplement d'indiquer que 10 pour cent de la superficie faisant l'objet d'une gestion des terres cultivées a été sans travail du sol pendant la totalité de la période. Les *bonnes pratiques* consistent à suivre continuellement la gestion des terres faisant l'objet d'une gestion des terres cultivées. On peut le faire par un suivi continu de chaque terre faisant l'objet d'une gestion des terres cultivées entre 1990 et la fin de la période d'engagement (voir Section 4.2.8.1 Questions relatives aux définitions et aux prescriptions de notification), ou par l'emploi de techniques d'échantillonnage statistique, conformes aux recommandations à la Section 5.3, qui permettent de déterminer des transitions de gestion sur des terres faisant l'objet d'une gestion des terres cultivées (voir aussi Section 4.2.4.1 Établissement de séries temporelles cohérentes).

Au niveau national, certains critères peuvent être pertinents pour la sub-division à des fins de stratification lors de l'établissement d'une stratégie d'échantillonnage, notamment les critères suivants :

- Climat
- Type de sol
- Degré de perturbation (fréquence et intensité du travail du sol, etc.)

- Niveau d'apports organiques (litière végétale, racines, fumier, autres apports, etc.)
- Terres retournées temporairement à l'état de prairies (mises en réserve)
- Terres en jachère
- Terres à stocks de biomasse ligneuse (brise-vent, vergers, autres cultures vivaces, etc.)
- Terres converties en terres cultivées depuis 1990 (changement d'affectation des terres) qui ne sont pas dans une autre catégorie d'utilisation des terres.

Pour toutes les autres sous-catégories résultantes faisant l'objet d'une gestion des terres cultivées, les superficies obtenues par la conversion des forêts (déboisement) depuis 1990 doivent être suivies séparément car elles seront notifiées en tant qu'unités de terres faisant l'objet d'un déboisement.

A des niveaux méthodologiques supérieurs, une sub-division plus détaillée de la superficie faisant l'objet d'une gestion des terres cultivées sera peut-être nécessaire.

On peut identifier les terres cultivées avec sub-division appropriée par les méthodes suivantes :

- Statistiques nationales sur l'utilisation et la gestion des terres : dans la plupart des pays, la base terrestre agricole, y compris les terres cultivées, fait généralement l'objet de relevés périodiques, qui fournissent des données sur la distribution des utilisations des terres, les récoltes, le travail du sol et autres aspects de la gestion, souvent à un niveau régional pour le pays. Une partie des données pour ces statistiques peuvent avoir été obtenue par télédétection.
- Données d'inventaire provenant d'un système d'échantillonnage de parcelles, à base de statistiques : des activités d'utilisation et de gestion des terres sont surveillées sur des parcelles échantillons permanentes spécifiques faisant l'objet de visites périodiques.

D'autres recommandations en matière de *bonnes pratiques* sur l'identification des superficies figurent au Chapitre 2 (Base d'une représentation cohérente des superficies terrestres).

Des liens avec des méthodes connexes d'identification des superficies de terres cultivées dans les autres chapitres du présent rapport et dans les *Lignes directrices du GIEC* figurent dans l'Encadré 4.2.9 ci-dessous :

ENCADRE 4.2.9

LIENS AVEC LE CHAPITRE 2 OU 3 DU PRESENT RAPPORT

Section 2.3.2 (Trois méthodes) : Terres cultivées restant terres cultivées ou toute conversion conduisant à des terres cultivées, au Chapitre 2 (sauf conversions des forêts en terres cultivées). *Devra inclure toutes les conversions entre 1990 (ou 1970, si cela est nécessaire pour l'estimation de l'année de référence) et 2008, et pour les conversions des années d'inventaires ultérieurs sur une base annuelle*⁵⁶.

LIENS AVEC LES LIGNES DIRECTRICES DU GIEC

N'existent pas dans un format conforme aux prescriptions des Accords de Marrakech pour l'emplacement géographique des limites.

4.2.8.3 CHOIX DES METHODES D'ESTIMATION DES VARIATIONS DES STOCKS DE CARBONE ET DES EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE SANS CO₂

Pour les terres cultivées, les *Lignes directrices du GIEC* identifient trois sources et puits potentiels de CO₂ pour les sols agricoles :

- Variations nettes des stocks de carbone organique des sols minéraux associées aux changements d'affectation des terres et de la gestion ;
- Émissions de CO₂ par les sols organiques cultivés ;
- Émissions de CO₂ résultant du chaulage des sols agricoles.

On calcule les émissions/absorptions annuelles totales de CO₂ en ajoutant les émissions /absorptions par ces sources (voir Section 3.3.1.2).

Les variations des stocks de carbone dans d'autres bassins (biomasse aérienne, biomasse souterraine, litière et bois mort) devront être estimées si cela est pertinent (sauf si la Partie au Protocole de Kyoto choisit de ne pas comptabiliser ces bassins et peut prouver de façon vérifiable qu'il n'y a pas diminution des stocks de carbone). Pour la plupart des récoltes, on peut ne pas tenir compte de la biomasse des cultures annuelles, mais les arbres, les brise-

⁵⁶ Si plusieurs conversions de terres se produisent sur la même terre pendant la période de transition de la matrice, on devra peut-être raccourcir la période de transition pour refléter ces conversions.

vent et les cultures ligneuses sur des terres cultivées doivent être comptabilisés dans la catégorie gestion des terres cultivées, boisement/reboisement, ou gestion des forêts. Des méthodes pertinentes pour l'estimation des variations des stocks de carbone et des émissions de gaz à effet de serre sans CO₂ par la biomasse aérienne, la biomasse souterraine, la litière et le bois mort sont décrites dans les sections sur le boisement/reboisement ou la gestion des forêts (voir Tableau 4.2.8) et au Chapitre 3 (voir Encadré 4.2.10) du présent rapport. Les références appropriées sont résumées au Tableau 4.2.8. Les sections suivantes portent principalement sur le bassin de carbone des sols. Pour des diagrammes décisionnels génériques, guidant aussi le choix méthodologique pour d'autres sous-catégories, voir les Figures 3.1.1 et 3.1.2 au Chapitre 3.

Bassins à estimer	Section contenant des méthodologies
Biomasse aérienne	Section 4.2.5 (Boisement et reboisement) et Section 4.2.7 (Gestion des forêts)
Biomasse souterraine	Section 4.2.5 (Boisement et reboisement) et Section 4.2.7 (Gestion des forêts)
Litière et bois mort	Section 4.2.5 (Boisement et reboisement) et Section 4.2.7 (Gestion des forêts)
Carbone des sols	Section 4.2.8.3
Gaz sans CO ₂	<i>GPG2000</i> et Section 4.2.8.3.4 (seulement pour les émissions non couvertes par les chapitres sur l'Agriculture des <i>Lignes directrices du GIEC</i> et de <i>GPG2000</i>)

Si la Partie choisit de ne pas comptabiliser un bassin, elle doit démontrer de façon vérifiable que ce bassin n'est pas une source. Les prescriptions de notification pour un tel choix sont indiquées à la Section 4.2.3.1.

Pour chaque bassin de carbone, on utilise des méthodologies différentes à des niveaux différents pour estimer les émissions et absorptions nettes de carbone pour l'année de référence 1990 et les années de la période d'engagement. Étant donné que des méthodes différentes peuvent donner des estimations différentes (avec des niveaux d'incertitude différents), les *bonnes pratiques* consistent à utiliser le même niveau et la même méthodologie pour estimer les émissions/absorptions de carbone en 1990 et pendant la période d'engagement.

Des méthodes d'estimation des émissions et absorptions nettes du carbone des sols, pour l'année de référence 1990 et pour la période d'engagement, sont décrites en détail au Chapitre 3. Des liens avec des méthodes pertinentes au Chapitre 3 du présent rapport et les *Lignes directrices du GIEC* sont indiqués dans l'Encadré 4.2.10. Les sections suivantes examinent brièvement ces méthodes, décrites précédemment, et identifient des aspects spécifiques au Protocole de Kyoto.

LIENS AVEC LE CHAPITRE 2 OU 3 DU PRESENT RAPPORT	
Section 3.3.1.1	Variation de la biomasse
Section 3.3.1.2	Variation des stocks de carbone des sols
LIENS AVEC LES LIGNES DIRECTRICES DU GIEC	
4	Gaz à effet de serre sans CO ₂
5 B	Conversion des forêts et des prairies (conversion des prairies en terres cultivées)
5 D	Émissions et absorptions de CO ₂ par les sols

4.2.8.3.1 SOLS MINERAUX

En ce qui concerne la variation des stocks de carbone des sols minéraux, il est recommandé d'utiliser le diagramme décisionnel à la Figure 4.2.9 pour le choix du niveau à utiliser pour la notification de la gestion des terres cultivées conformément au Protocole de Kyoto. Pour des activités relevant de l'Article 3.4, les *bonnes pratiques* consistent à utiliser le Niveau 2 ou le Niveau 3 pour notifier les variations des stocks de carbone des sols minéraux, si les émissions de CO₂ résultant de la gestion des terres cultivées sont une catégorie clé.

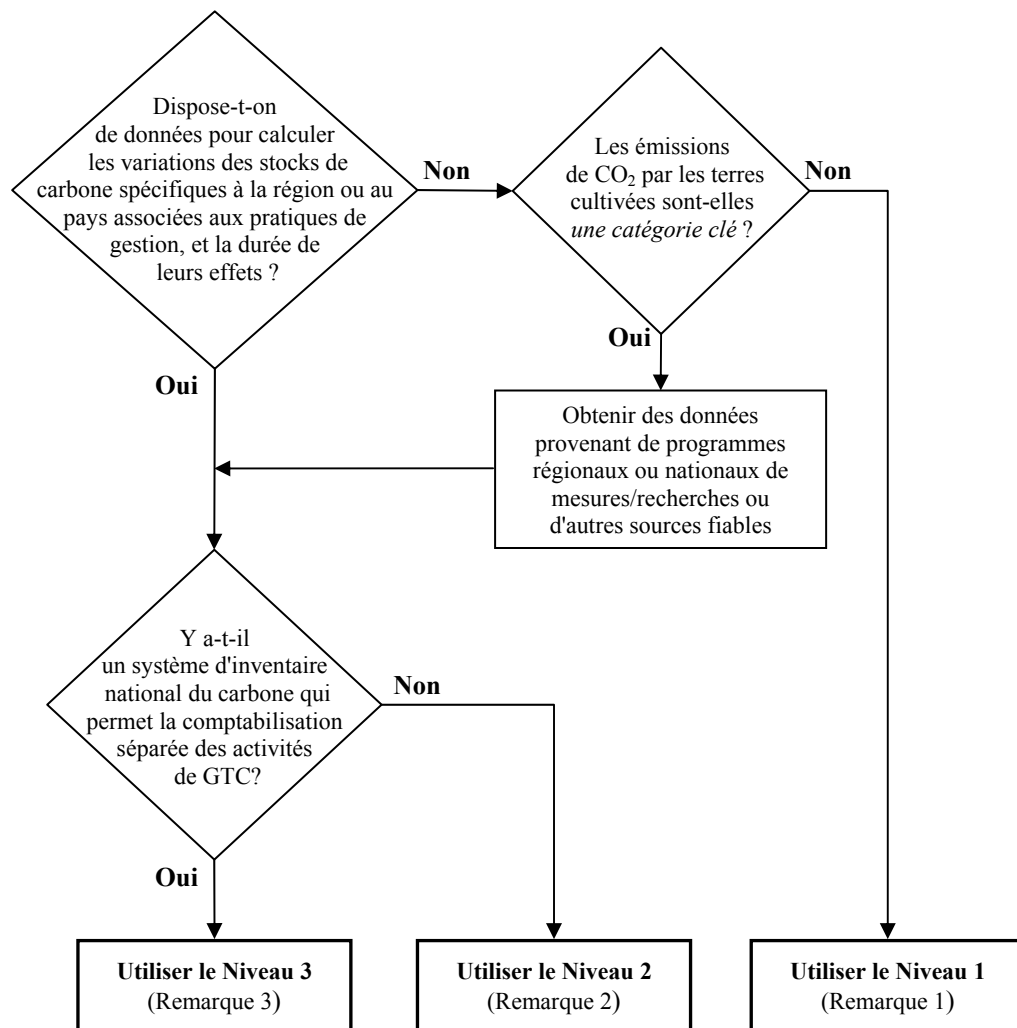
Méthodes d'estimation des variations des stocks de carbone des sols minéraux

Il y a trois niveaux méthodologiques pour l'estimation des variations des stocks de carbone des sols minéraux. Ces niveaux doivent être différenciés des méthodes d'estimation des données d'activités (superficiés terrestres). Pour l'estimation des superficiés terrestres, les *bonnes pratiques* consistent à utiliser les méthodes de Niveaux 2 ou 3 (Chapitre 2), en tenant compte des recommandations à la Section 4.2.2, pour les niveaux supérieurs figurant au Chapitre 3 ; des niveaux inférieurs peuvent être utilisés pour l'estimation des variations des stocks de carbone. Le diagramme décisionnel à la Figure 4.2.9 facilite le choix d'une méthodologie conforme aux *bonnes pratiques*.

Niveau 1

La méthode de Niveau 1 pour l'estimation des variations des stocks de carbone des sols minéraux est décrite au Chapitre 3 (Section 3.3.1.2 Variation des stocks de carbone des sols) et est basée sur la méthode présentée dans les *Lignes directrices du GIEC*, pages 5.35–5.48 du Manuel de référence (GIEC, 1997). Les valeurs par défaut fournies dans les *Lignes directrices du GIEC*, basées sur une période de vingt ans, ont été mises à jour et utilisées pour calculer des facteurs des variations annuelles des stocks de carbone. Ces méthodes sont directement comparables à celles de Niveau 1 utilisées pour les inventaires nationaux des gaz à effet de serre présentées au Chapitre 3, Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur CATF.

Figure 4.2.9 Diagramme décisionnel pour le choix du niveau approprié pour l'estimation des variations des stocks de carbone des sols minéraux des terres cultivées pour la notification aux termes du Protocole de Kyoto (voir également Figure 3.1.1)



Remarque 1 : Utiliser la matrice/base de données des valeurs par défaut.

Remarque 2 : Utiliser des paramètres, données sur les sols et durée des effets spécifiques à la région.

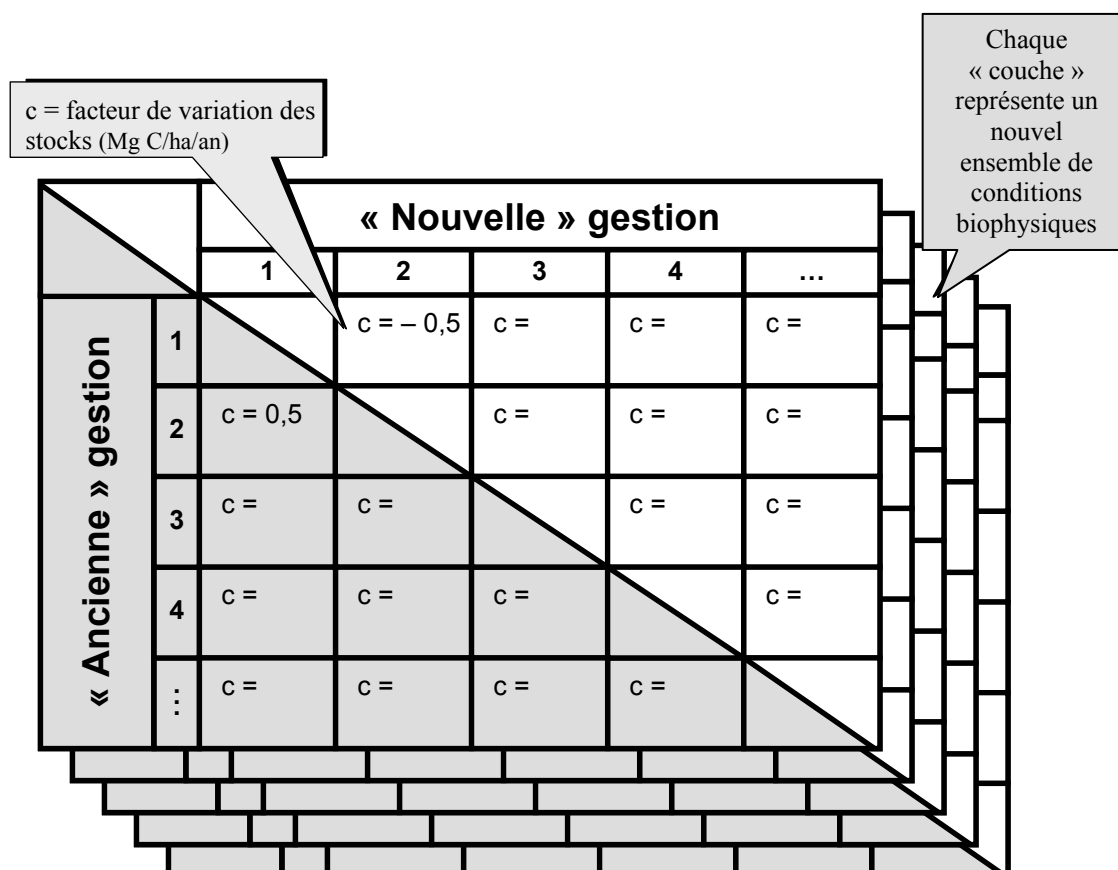
Remarque 3 : Utiliser des techniques de modélisation plus sophistiquées, souvent associées à des bases de données géographiques..

Les *bonnes pratiques* consistent à suivre continuellement la gestion des terres faisant l'objet d'une gestion des terres cultivées. On peut le faire par un suivi continu de chaque terre faisant l'objet d'une gestion des terres cultivées entre 1990 et la fin de la période d'engagement (voir Section 4.2.7.1 Questions relatives aux définitions et aux prescriptions de notification), ou par l'emploi de techniques d'échantillonnage statistique, conformes aux recommandations de la Section 5.3, qui permettent de déterminer des transitions de gestion sur des terres à gestion des terres cultivées (voir aussi Section 4.2.4.1 Établissement de séries temporelles cohérentes).

Les valeurs par défaut indiquées dans les *Lignes directrices du GIEC* permettent de calculer des taux annuels moyens de variation des stocks de carbone pour chaque type de sol, région climatique et combinaison de changement d'affectation des terres ou changement de gestion. Ces valeurs peuvent être utilisées comme « facteurs

de variation annuelle des stocks de carbone⁵⁷, et être représentées dans des tableaux, dans une matrice ou dans une base de données relationnelle. Un tel système est illustré dans le diagramme à la Figure 4.2.10 où les chiffres 1,2,3,... représentent différentes pratiques de gestion.

Figure 4.2.10 Illustration conceptuelle de la matrice de facteurs de variation des stocks de carbone calculés pour des utilisations des terres, changements de gestion des terres pour chaque ensemble de combinaisons géophysiques. On peut y accéder par des tableaux ou par une base de données relationnelle. Pour le Niveau 1, des valeurs par défaut (voir texte ci-dessus) sont utilisées pour le facteur de variation des stocks de carbone. Des valeurs par défaut pour les changements de gestion dans des directions opposées sont les mêmes, mais avec un signe inverse. Par exemple, si un changement entre une pratique de gestion 1 et une pratique de gestion 2 a un facteur de variation des stocks de carbone de $-0,5$, un changement entre une pratique de gestion 2 et une pratique de gestion 1 a un facteur de $+0,5$.



Le facteur de variation annuelle des stocks de carbone sera souvent plus exact que les valeurs par défaut pour les stocks de carbone absolus.⁵⁸

Ces valeurs par défaut pour les facteurs de variation des stocks de carbone ont été réunies dans une base de données, ce qui permet d'obtenir des facteurs par défaut pour chaque type de sol, niveau d'apports et changement d'affectation et de gestion des terres couverts dans les *Lignes directrices du GIEC* sans avoir à se référer à un grand nombre de tableaux. La base de données figure à l'Appendice 4A.1 (Outil d'estimation des variations des stocks de carbone des sols associées aux changements de gestion sur les terres cultivées et les pâturages, basé sur des données par défaut du GIEC) sur le CD-ROM ci-joint (avec instructions sur le mode d'utilisation de la base de données).

Calcul des facteurs de variation annuelle des stocks de carbone

Les *Lignes directrices du GIEC* supposent une variation linéaire des stocks de carbone des sols sur une période de vingt ans après un changement de gestion, avec, pour les stocks de carbone des sols, passage d'une position

⁵⁷ Voir également la note de bas de page 32 ci-dessus.

⁵⁸ Le facteur de variation des stocks de carbone reflète une variation des stocks de carbone qui est largement inférieure aux stocks de carbone absolus ; la variation des stocks de carbone peut être raisonnablement correcte même si les valeurs absolues ne le sont pas.

d'équilibre à t_0 (année du changement de gestion) à une autre position d'équilibre à t_{20} (vingt ans après le changement de gestion). Par conséquent, le taux de variation des stocks de carbone est supposé rester constant pendant les vingt premières années après un changement de gestion, avant d'être égal à zéro une fois le nouvel équilibre atteint.

La méthode de calcul des facteurs de variation annuelle des stocks de carbone est décrite au Chapitre 3 (Section 3.3.1.2 ; Équation 3.3.3). Pour un résumé des étapes et un exemple de calcul, voir la Section 3.3.1.2.1.1 Choix de la méthode (sols minéraux).

Calcul de la variation des stocks de carbone résultant de la gestion des terres cultivées

On peut utiliser la variation des stocks de carbone pour calculer des émissions/absorptions annuelles de carbone jusqu'à vingt ans après un changement d'affectation ou de gestion des terres en multipliant le facteur de variation des stocks de carbone par la superficie sur laquelle le changement a eu lieu, comme indiqué ci-dessous :

ÉQUATION 4.2.1
ÉMISSIONS/ABSORPTIONS ANNUELLES DU CARBONE DES SOLS RESULTANT DE LA GESTION DES
TERRES CULTIVEES

$$\Delta C_{GTC\ COS} = FSC \bullet S$$

Où : $\Delta C_{GTC\ COS}$ = variation annuelle des stocks de carbone organique des sols, Mg C an⁻¹

FSC = facteur de variation des stocks de carbone, Mg C ha⁻¹ an⁻¹

S = superficie, ha

(Voir aussi l'Équation 3.3.4 au Chapitre 3)

Pour la comptabilisation net net, on effectuera le calcul indiqué à l'Équation 4.2.1 pour l'année de référence et pour l'année de notification. Pour une analyse à propos de la superficie applicable, voir la Section 4.1.2 Règles générales pour la classification des terres aux termes des Articles 3.3 et 3.4.

Niveau 2

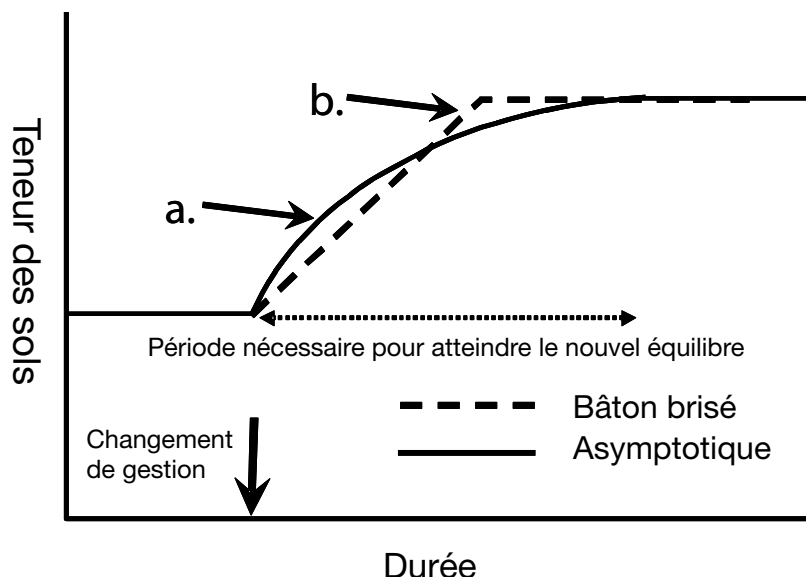
La méthode de Niveau 2 utilise également la méthodologie décrite dans les *Lignes directrices du GIEC* (Manuel de référence et Feuilles de travail), mais les facteurs par défaut sont remplacés par des valeurs spécifiques au pays ou à la région, généralement plus fiables (provenant de valeurs publiées, d'expériences à long terme ou de la mise en œuvre locale de modèles du carbone des sols bien calibrés et documentés). On peut aussi utiliser des données régionales sur la teneur en carbone des sols (données provenant d'inventaires nationaux des sols, etc.). De même, conformément aux *bonnes pratiques*, on peut remplacer la valeur par défaut pour la durée du changement (vingt ans) par une valeur plus appropriée, si on dispose d'informations permettant de justifier cette décision.

Des facteurs de variation des stocks de carbone locaux ou spécifiques à la région seront préférables à des valeurs par défaut pour la représentation de la variation réelle des stocks de carbone dans une région donnée. Lorsqu'on remplace les facteurs par défaut, on doit appliquer des critères rigoureux pour démontrer que le changement des facteurs n'entraîne ni surestimation ni sous-estimation de la variation du carbone des sols. Des facteurs régionaux ou spécifiques au pays devront être basés sur des mesures effectuées assez souvent et pendant assez longtemps, et avec une densité spatiale suffisante, pour refléter la variabilité des processus biochimiques sous-jacents, et devront être documentés dans des publications accessibles.

La période de vingt ans pendant laquelle les stocks de carbone des sols sont supposés passer d'un stade d'équilibre à un autre est approximative : dans les climats plus froids, des variations peuvent prendre plus de vingt ans pour atteindre un nouvel équilibre (environ cinquante ans) ; dans les climats tropicaux, un nouvel équilibre peut être atteint plus rapidement (environ dix ans ; Paustian *et al.*, 1997). Au Niveau 2, on peut utiliser des valeurs régionales ou spécifiques au pays pour la durée des effets des changements d'utilisation ou de gestion des terres si ces données sont disponibles ou peuvent être estimées avec fiabilité.

On peut également adapter un modèle asymptotique pour des données sur les variations du carbone des sols (voir Figure 4.2.11 ; à comparer avec le modèle du « bâton brisé » utilisé dans les *Lignes directrices du GIEC* dans lequel une variation linéaire se produit sur vingt ans, après quoi aucune autre variation ne se produit). Cette méthode pourrait permettre d'appliquer différents facteurs de variation des stocks de carbone à différentes années après un changement d'affectation ou de gestion des terres, afin de ne pas sous-estimer les variations des stocks peu de temps après un changement (« a » à la Figure 4.2.11), ou de ne pas les surestimer lorsque les sols approchent du nouvel équilibre (« b » à la Figure 4.2.11).

Figure 4.2.11 Représentation schématique d'une variation des stocks de carbone des sols après un changement de gestion produisant des absorptions de carbone, représentée par un modèle « en bâton brisé » de la variation des stocks de carbone (comme celui utilisé dans les *Lignes directrices du GIEC* où la période nécessaire pour atteindre le nouvel équilibre est de vingt ans) et par une courbe asymptotique (pour la définition de « a » et « b » voir le texte)

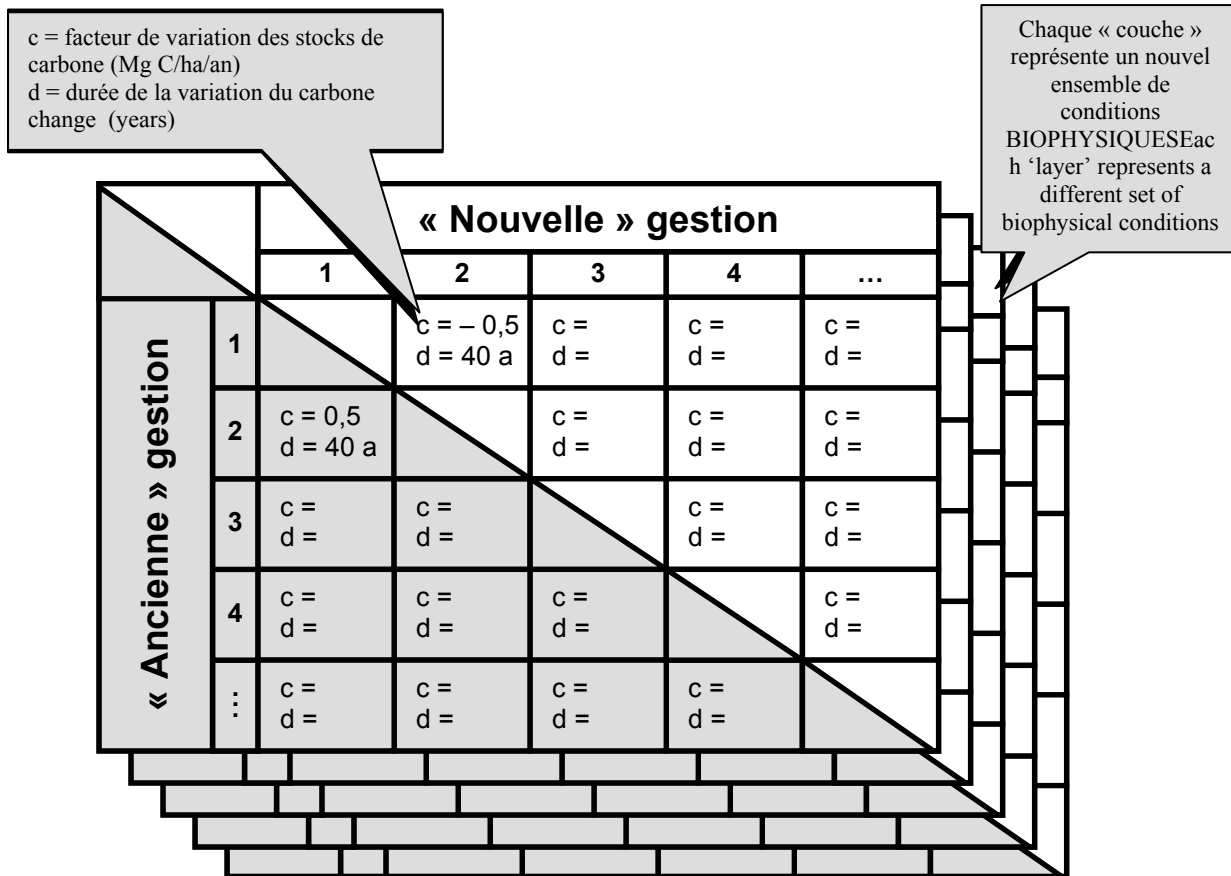


Si on utilise une valeur autre que vingt ans pour la durée des effets, ceci doit être inclus dans la matrice, comme indiqué schématiquement à la Figure 4.2.12.

Au Niveau 2, des facteurs par défaut (facteurs d'apports, etc.) associés à un changement d'affectation ou à un changement de gestion des terres, peuvent être remplacés par des relations plus détaillées entre l'intensité d'une pratique (quantités d'apports organiques appliqués aux sols, par exemple) et une variation des émissions/absorptions annuelles du carbone des sols. En Europe, par exemple, Smith *et al.* (2000) ont établi de telles relations (variation annuelle des stocks de carbone des sols (tonnes C ha⁻¹) = 0,0145 x quantité d'apport de fumier (tonnes de matières sèches ha⁻¹ an⁻¹); recalculé à l'aide de données dans Smith *et al.*, 1997; R² = 0,3658, n = 17, p < 0,01). On pourrait établir des relations similaires à partir de données à long terme pour différents types de sols dans des régions climatiques différentes. On pourrait aussi utiliser des modèles bien calibrés et bien évalués des variations des stocks de carbone des sols (comme CENTURY (Parton *et al.*, 1987), RothC (Coleman et Jenkinson, 1996)) pour obtenir des facteurs de variation des stocks ou les relations d'intensité décrites ci-dessus, pour différents types de sols dans des régions climatiques différentes.

On doit appliquer des critères rigoureux pour ne pas risquer de sous-estimer ou surestimer les variations des stocks de carbone. Conformément aux *bonnes pratiques*, les facteurs de variation des stocks seront basés sur des expériences échantillonnées selon les principes énoncés à la Section 5.3, et utiliseront les valeurs expérimentales si celles-ci sont plus appropriées que les valeurs par défaut pour la région et la pratique de gestion. On utilisera des facteurs basés sur des modèles uniquement après avoir testé le modèle par rapport à des expériences telles que celles décrites plus haut; et tout modèle devra être bien évalué, bien documenté et archivé. Les *bonnes pratiques* consistent à présenter des limites de confiance et/ou des estimations des incertitudes associées aux facteurs de variation des stocks spécifiques à la région ou au pays, ou locaux.

Figure 4.2.12 Illustration conceptuelle de la matrice des facteurs de variation des stocks de carbone établie pour des changements d'affectation/de gestion des terres pour chaque ensemble de combinaisons biophysiques. La méthode de Niveau 2 est améliorée par l'emploi d'estimations des facteurs de carbone spécifiques à la région ou d'estimations de la durée des effets du changement d'affectation/de gestion des terres. Suivant la méthode de calcul, les valeurs du facteur de variation des stocks de carbone (v) et de la durée (d) pour des changements de gestion dans des directions opposées seront souvent les mêmes, mais la valeur « v » aura un signe inverse.



Niveau 3

On utilisera probablement des méthodes de Niveau 3 qui peuvent être utilisées pour l'inventaire national aux termes de la CCNUCC (décrites au Chapitre 3, Section 3.3.1.2.1.1 Choix de la méthode) pour la notification aux termes du Protocole de Kyoto. Comparé à la matrice statique des Niveaux 1 et 2, le Niveau 3 peut souvent mieux représenter l'historique de la gestion d'une terre, et permet de mieux calculer les variations du carbone des sols résultant de multiples changements des pratiques de gestion dans le temps. De plus, il faut quelquefois bien plus de vingt ans pour que les sols atteignent le nouvel équilibre, et ce facteur peut être pris en compte par les méthodes de Niveau 3 (comme celles de Niveau 2). Des capacités informatiques à grande échelle permettent l'emploi d'un système subdivisé spatialement, associé à des données sur les pratiques de gestion, qui permet de suivre les variations des stocks de carbone dans le temps si on l'associe à des équations de taux avec teneurs en carbone, initialisées ponctuellement et vérifiées périodiquement. Le Niveau 3 peut aussi être basé sur des échantillonnages statistiques répétés, conformes aux principes énoncés à la Section 5.3, et dont la densité permet de représenter les types de sols, les régions climatiques et les pratiques de gestion. Les méthodes de Niveau 3 couvrent donc un éventail de méthodologies plus élaborées que celles de Niveau 2, généralement basées sur des techniques de modélisation sophistiquées, et souvent associées à des bases de données géographiques.

Choix des facteurs de variation des stocks de carbone pour les sols minéraux

Les facteurs d'émissions/absorptions de carbone utilisés pour chaque niveau sont décrits brièvement ci-après.

Niveau 1 : Au Niveau 1, on calcule la variation annuelle moyenne des stocks de carbone des sols minéraux avec des valeurs par défaut, en divisant par 20 la variation des stocks pour la période de vingt ans, comme indiqué au Chapitre 3, Équation 3.3.3. On trouvera des informations complètes sur ces facteurs et sur les estimations des variations des stocks qui en résultent dans les *Lignes directrices du GIEC*, pages 5.35–5.48, et dans la base de

données décrite à l'Appendice 4A.1. (Les valeurs par défaut à l'Appendice 4A.1 sont légèrement modifiées par rapport à celles des *Lignes directrices du GIEC*.) Pour un résumé des étapes, et un exemple de calcul, voir Section 3.3.1.2.1.1, Choix de la méthode (sols minéraux).

Niveau 2 : Au Niveau 2, une partie ou la totalité des valeurs par défaut pour la variation des stocks de carbone (Niveau 1) est remplacée par des valeurs plus fiables. Ces nouvelles valeurs pourront être basées sur des valeurs publiées, des variations des stocks de carbone mesurées sur des modèles de carbone simples, ou une combinaison des deux. (Pour des exemples, voir « Choix des données de gestion pour les sols minéraux » ci-dessous.) Les *bonnes pratiques* consistent à montrer que ces nouvelles valeurs sont plus exactes que celles qu'elles remplacent pour ce qui est des conditions et pratiques auxquelles elles s'appliquent.

Niveau 3 : Pour les sols minéraux, les facteurs de variation des stocks de carbone au Niveau 3 sont obtenus par le pays, et peuvent être calculés à l'aide de modèles complexes. Les modèles de carbone utilisés à ce niveau sont généralement plus complexes que ceux du Niveau 2, et prennent en compte les sols (teneur en argile, composition chimique, matériau parental, etc.), le climat (précipitations, température, évapotranspiration, etc.), et la gestion (travail du sol, apports de carbone, fertilisation, systèmes de cultures, etc.). Conformément aux *bonnes pratiques*, les modèles devront être calibrés par des mesures sur des sites de référence, et les modèles et hypothèses utilisés devront être décrits avec transparence.

Dans tous les cas, on appliquera des critères rigoureux pour ne pas risquer de surestimer ou sous-estimer les variations des stocks de carbone ; les modèles utilisés pour estimer les variations des stocks de carbone devront être bien documentés et évalués à l'aide de données expérimentales fiables pour les conditions et pratiques auxquelles le modèle s'applique. Les *bonnes pratiques* consistent à fournir des estimations des limites de confiance ou de l'incertitude. Des valeurs par défaut pour les facteurs de variation des stocks de carbone peuvent aussi être remplacées par des valeurs générées dans le cadre de systèmes de comptabilisation nationaux/régionaux (voir Section 4.2.7.2 Choix des méthodes d'identification des terres faisant l'objet d'une gestion des forêts).

Choix des données de gestion pour les sols minéraux

On devra disposer de données sur les superficies relatives à l'utilisation et à la gestion des terres conformément à la Méthodologie 2 ou 3 (Section 2.3.2), et aux recommandations figurant à la Section 4.2.2.3. Les données sur la gestion requises pour chaque niveau sont décrites brièvement ci-après.

Niveau 1 : Comme indiqué dans les *Lignes directrices du GIEC* (voir aussi Chapitre 3, Section 3.3.1.2.1.1), par défaut, on suppose que les effets des changements d'affectation/de gestion des terres durent vingt ans. Si on dispose de données sur les superficies et les activités pour les vingt ans antérieurs à l'année de référence, on peut calculer les absorptions/émissions nettes de carbone pour l'année de référence à l'aide des facteurs de variation des stocks de carbone par défaut décrits ci-dessus. Les changements d'affectation des terres et les pratiques de gestion au Niveau 1 sont les mêmes que ceux indiqués dans les *Lignes directrices du GIEC* : défrichage de la végétation naturelle avec conversion en terres cultivées ou pâturages, abandon des terres, cultures itinérantes, modification des niveaux d'apports de résidus, modification du travail du sol, et utilisation agricole des sols organiques. Dans le cadre de ces changements d'affectation ou de gestion des terres spécifiques, les activités sont définies semi-quantitativement (systèmes à « apports élevés » ou à « apports faibles », par exemple). Les systèmes d'utilisation ou de gestion des terres ne sont pas sub-divisés en niveaux plus détaillés. Les superficies peuvent être obtenues à partir d'ensembles de données internationales (FAO, etc.), bien que certaines de ces sources n'aient pas l'explicité spatial nécessaire pour la notification et ne soient utiles que pour la vérification des données. Si on dispose de données sur les superficies et les activités pour la période entre 1970 et 1990, on peut calculer une variation nette de référence des stocks de carbone pour 1990 avec les facteurs par défaut de variation des stocks de carbone décrits ci-dessus. S'il n'y a pas de données sur les superficies et les activités pour la période entre 1970 et 1990, on se reportera aux autres options pour l'estimation des superficies présentées à la Section 4.2.7.2.

Niveau 2 : Les pratiques de gestion au Niveau 2 sont les mêmes que celles décrites dans les *Lignes directrices du GIEC* et au Niveau 1. Cependant, à ce niveau, pour qu'elles soient spécifiques au pays, certaines pratiques de gestion peuvent être subdivisées, ou de nouvelles peuvent être ajoutées. Dans le cadre des systèmes de gestion agricole décrits dans les *Lignes directrices du GIEC*, les données de gestion incluent des descripteurs tels que « apports élevés » et « apports faibles ». Au Niveau 2, ces descripteurs peuvent être remplacés par des descripteurs plus explicites, par exemple, taux d'amendements organiques élevés (par exemple, >20 tonnes de matière sèche ha⁻¹ an⁻¹), taux d'amendements organiques moyens (par exemple, 10 à 20 tonnes de matière sèche ha⁻¹ an⁻¹), taux d'amendements organiques faibles (par exemple, <10 tonnes de matière sèche ha⁻¹ an⁻¹), et pas d'amendements organiques. D'autres sub-divisions pourraient, par exemple, refléter des types d'amendements organiques, tels que le fumier, les résidus de céréales et les boues d'épuration, pour lesquels on dispose de facteurs d'absorption correspondants. Au lieu d'utiliser des catégories de descripteurs plus détaillées, on peut utiliser des relations similaires à celles obtenues pour l'Europe par Smith *et al.* (1997, 1998, et 2000) et pour les États-Unis par Lal *et al.* (1998). Celles-ci pourraient être basées sur une nouvelle analyse des ensembles de données globales, plus complète. Les chiffres pourraient inclure la variation des stocks de carbone associée à une pratique donnée (absence de travail du sol, etc.), ou une relation entre l'intensité d'une pratique et la variation du carbone des sols, par exemple, les émissions/absorptions annuelles moyennes du carbone des sols (tonnes de C ha⁻¹) = 0,0145 x quantité de fumier

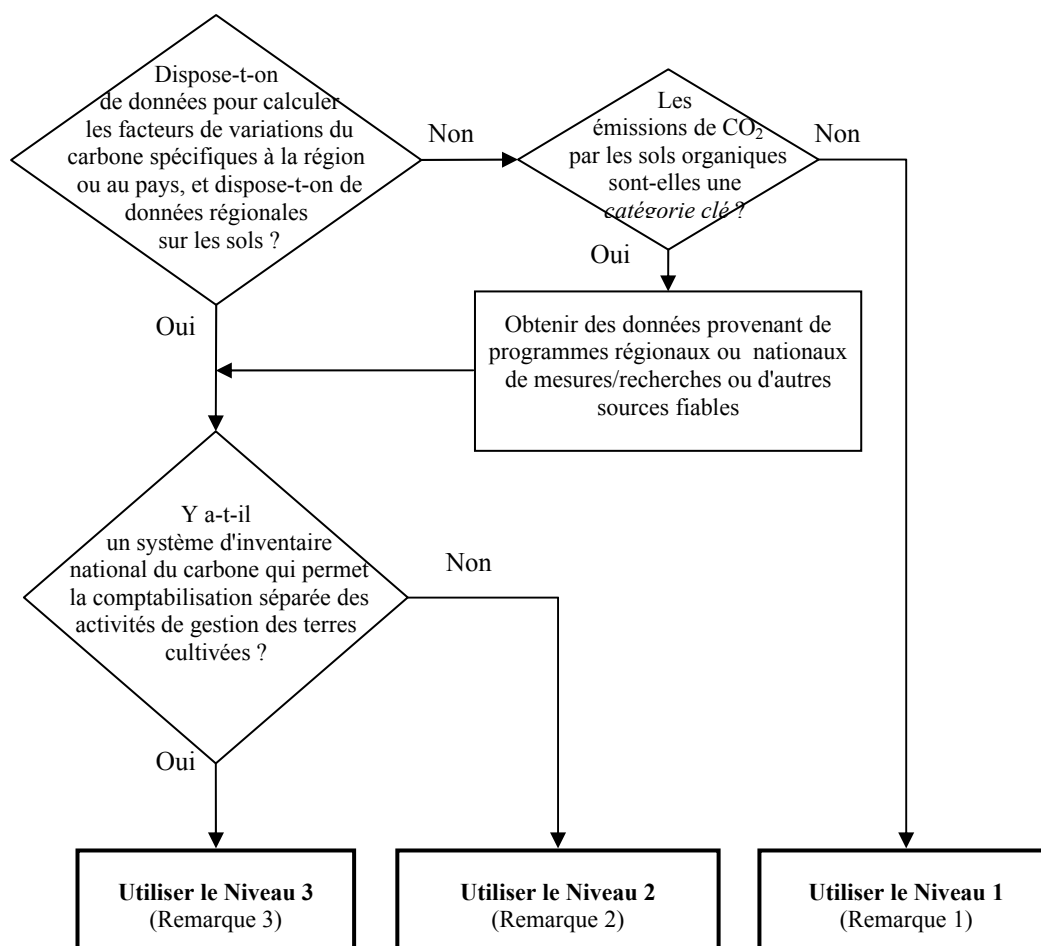
(tonnes de matière sèche $\text{ha}^{-1} \text{an}^{-1}$) ajoutée ; recalculée à partir de données dans Smith *et al.* (1997 ; $R^2 = 0,3658$, $n=17$, $p < 0,01$). De même, on pourrait utiliser des modèles bien calibrés et bien évalués des variations du carbone des sols (CENTURY (Parton *et al.*, 1986), RothC (Coleman et Jenkinson, 1996), ou autres) pour obtenir des facteurs de variation des stocks ou les relations d'intensité décrits ci-dessus pour chaque activité, pour des sols différents dans des régions climatiques différentes. Ces exemples montrent comment les pratiques peuvent être rendues plus spécifiques au pays, mais d'autres améliorations sont possibles. Les méthodes de Niveau 2 peuvent requérir des descriptions des superficies à une résolution plus élevée que celles au Niveau 1. Dans tous les cas, on doit appliquer des critères rigoureux afin de ne pas risquer de sous-estimer ou surestimer les variations des émissions ou absorptions (pour une discussion sur les critères, voir « Choix des facteurs de variation des stocks de carbone pour les sols minéraux »).

Niveau 3 : Les données sur la gestion utilisées dans les méthodologies plus complexes de Niveau 3 doivent être en accord avec le niveau de détail requis par le modèle. Les *bonnes pratiques* consistent à utiliser des données sur la gestion à une résolution spatiale appropriée au modèle et à avoir ou à pouvoir estimer de manière fiable des mesures quantitatives des facteurs de gestion requis par le modèle.

4.2.8.3.2 VARIATIONS DES STOCKS DE CARBONE DES SOLS ORGANIQUES

Pour les variations des stocks de carbone des sols organiques, on utilisera le diagramme décisionnel ci-dessous (Figure 4.2.13) pour choisir le niveau méthodologique pour la notification aux termes du Protocole de Kyoto.

Figure 4.2.13 Diagramme décisionnel pour le choix du niveau approprié pour estimer la variation des stocks de carbone des sols organiques pour la notification aux termes du Protocole de Kyoto (voir également Figure 3.1.1)



Remarque 1 : Utiliser la matrice/base de données des valeurs par défaut.

Remarque 2 : Utiliser des paramètres, données sur les sols et durée des effets spécifiques à la région.

Remarque 3 : Utiliser des techniques de modélisation plus sophistiquées, souvent associées à des bases de données géographiques.

Méthodes d'estimation des émissions/absorptions de CO₂ par les sols organiques

Niveau 1 : En général, lorsque des sols organiques sont convertis à des fins agricoles, ils sont drainés, cultivés et chaulés, ce qui a pour effet une oxydation des matières organiques. Le taux d'émission du carbone dépendra du climat, de la composition (décomposabilité) des matières organiques, du niveau de drainage, et d'autres pratiques telles que la fertilisation et le chaulage. La méthode de Niveau 1 est décrite à la Section 3.3.1.2 et basée sur la méthode décrite dans les *Lignes directrices du GIEC*.

Niveau 2 : Si on dispose de données sur les émissions de CO₂ par les sols organiques spécifiques au pays ou à la région et plus fiables, conformément aux *bonnes pratiques*, on utilisera ces valeurs plutôt que les valeurs par défaut du Niveau 1. On devra démontrer que les données utilisées sont plus fiables que les valeurs par défaut.

Niveau 3 : Les systèmes complexes décrits au Chapitre 3, Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur CATF, pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre peuvent utiliser des méthodes ou des modèles pour l'estimation de CO₂, méthodes qui permettront aussi d'estimer les émissions de gaz à effet de serre sans CO₂ de façon intégrée. Cependant, les émissions sans CO₂ devront être notifiées dans le secteur Agriculture, en veillant à prévenir le risque de double comptage ou d'omission. Conformément aux *bonnes pratiques*, on utilisera des modèles calibrés par des mesures sur des sites de référence, et les modèles et hypothèses utilisés devront être décrits avec transparence.

Choix des facteurs d'émissions/d'absorptions du carbone des sols organiques

Niveau 1 : Les facteurs par défaut d'émissions/d'absorptions du carbone sont présentés au Chapitre 3 (Tableau 3.3.5 ; Section 3.3.1.2.1.2).

Niveau 2 : Pour les sols organiques, les *bonnes pratiques* consistent à remplacer les valeurs par défaut identifiées au Chapitre 3 (Tableau 3.3.5 ; Section 3.3.1.2.1.2) par des facteurs spécifiques au pays ou à la région, à condition de pouvoir démontrer qu'ils sont plus fiables que les valeurs par défaut. Les nouveaux facteurs d'émissions/d'absorptions devront être basés sur des expériences bien conçues, avec échantillonnage suffisant pour donner une puissance statistique suffisante. On utilisera des facteurs d'émissions/d'absorptions fondés sur des modèles uniquement après avoir testé le modèle par rapport à des expériences telles que celles décrites plus haut, et les modèles devront être bien évalués, bien documentés et archivés. Les *bonnes pratiques* consistent à présenter des limites de confiance et/ou des estimations des incertitudes associées aux facteurs de variation des stocks spécifiques à la région ou au pays, ou locaux.

Niveau 3 : Pour les sols organiques, les émissions/absorptions de CO₂ et de gaz à effet de serre sans CO₂ peuvent être estimées dans le cadre d'une modélisation fondée sur les processus, avec des facteurs d'émissions/d'absorptions nationaux. Les *bonnes pratiques* consistent à utiliser ces méthodes si elles ont été bien documentées et évaluées. Avant d'appliquer ces méthodes, il convient de les tester et de les évaluer complètement, comme pour le Niveau 2.

Choix des données de gestion pour les sols organiques

Les mêmes points s'appliquent que ceux pour les données d'activités de gestion des terres cultivées sur les sols minéraux, comme décrit précédemment à la Section 4.2.8.3.1.

4.2.8.3.3 EMISSIONS DE CO₂ RESULTANT DU CHAULAGE

Les données supplémentaires fournies pour le Protocole de Kyoto incluent des émissions de CO₂ résultant du chaulage des terres cultivées uniquement si la gestion des terres cultivées a été prise en compte par la Partie.

Méthodes d'estimation des émissions de CO₂ résultant du chaulage

Le chaulage est utilisé fréquemment pour améliorer l'acidification des sols. En général, on utilise des carbonates tels que la pierre à chaux calcique CaCO₃ et la dolomie CaMg(CO₃)₂. Lorsqu'ils sont ajoutés aux sols acides, ces composés émettent du CO₂ à un taux variable en fonction des caractéristiques des sols et du produit de chaulage. Des applications répétées sont effectuées périodiquement, mais peuvent être moyennées dans le temps, donnant un taux annuel moyen qui sert de base aux calculs d'inventaires.

Niveau 1 : La méthode de Niveau 1 pour l'estimation des émissions de CO₂ résultant du chaulage est identique à celle décrite au Chapitre 3 (Section 3.3.1.2.1.1).

Niveau 2 : A ce niveau, on utilisera des statistiques nationales ou régionales à la place des coefficients par défaut indiqués au Chapitre 3 (Section 3.3.1.2.1.1) pour les émissions de CO₂ résultant du chaulage, si on peut démontrer que ces valeurs sont plus fiables.

Niveau 3 : Les méthodes complexes utilisées au Niveau 3, et décrites au Chapitre 3, peuvent comptabiliser explicitement les émissions résultant du chaulage et inclure également les effets du chaulage sur les émissions sans CO₂. Les *bonnes pratiques* consistent à utiliser ces méthodes si elles ont été bien documentées et évaluées.

Choix des facteurs d'émissions du carbone pour le chaulage

Conformément aux *bonnes pratiques*, on utilisera les valeurs par défaut indiquées au Chapitre 3 (Section 3.3.1.2.1.1). Si une Partie choisit d'utiliser d'autres facteurs d'émissions nationaux (Niveau 2), cette décision devra être justifiée par des données plus détaillées sur la composition du produit de chaulage utilisé. De plus, les méthodes de Niveau 3 peuvent inclure les effets intégrés du chaulage et des pratiques de gestion sur les émissions sans CO₂. Les *bonnes pratiques* consistent à utiliser ces facteurs s'ils ont été bien documentés et évalués.

4.2.8.3.4 GAZ A EFFET DE SERRE SANS CO₂

Des méthodologies pour l'estimation des émissions de N₂O et CH₄ sont présentées aux chapitres Agriculture des *Lignes directrices du GIEC* et de *GPG2000*, notamment des méthodologies pour les sources suivantes d'émissions agricoles imputables à la gestion des terres cultivées (la liste s'applique aussi à la gestion des pâturages et à la restauration du couvert végétal) :

- 1) Émissions directes de N₂O par les sols agricoles résultant de :
 - L'utilisation d'engrais synthétiques,
 - L'utilisation de fumier,
 - La fixation d'azote biologique due aux cultures de légumineuses et autres cultures fixatrices d'azote,
 - L'application de résidus de cultures et de boues d'épuration,
 - La culture des sols à teneur organique élevée ;
- 2) Émissions indirectes de N₂O dues à l'azote utilisé en agriculture, y compris les émissions résultant de :
 - La volatilisation et le dépôt atmosphérique ultérieur de NH₃ et NO_x (produits initialement par l'application d'engrais et de fumier),
 - La lixiviation et les écoulements en surface de l'azote ;
- 3) Émissions de CH₄ imputables aux cultures rizicoles ;
- 4) Émissions de CO₂ imputables au brûlage de la végétation ;
- 5) Émissions de CH₄ imputables à la fermentation entérique ;
- 6) Émissions de CH₄ et de N₂O imputables à la gestion du fumier.

Ces émissions ne devront pas être notifiées dans la catégorie « gestion des terres cultivées » mais dans la catégorie « émissions agricoles »⁵⁹ et sont couvertes au Chapitre 4 (Agriculture) de *GPG2000*. Même si la gestion des terres cultivées n'a pas été prise en compte aux termes de l'Article 3.4, ces émissions devront être notifiées en tant qu'émissions par des sources dont la liste figure à l'Annexe A du Protocole de Kyoto. Les Parties qui ont pris en compte la gestion des terres cultivées devront aussi notifier ces émissions dans le secteur agriculture et ne pas les inclure dans les notifications aux termes de l'Article 3.4.

Les émissions/absorptions sans CO₂ sur les terres déboisées converties en terres cultivées (Article 3.3) doivent être notifiées séparément de celles des terres faisant l'objet d'une gestion des terres cultivées (Article 3.4). Si les émissions/absorptions sans CO₂ sur des terres déboisées ne peuvent pas être estimées directement, elles pourront être estimées en tant que fraction des émissions/absorptions sans CO₂ totales par des terres cultivées, correspondant à la superficie totale des terres cultivées sur des terres déboisées. Par exemple, si 10 pour cent de la superficie des terres cultivées sont sur des terres déboisées, 10 pour cent des émissions/absorptions sans CO₂ des terres cultivées totales seront attribués aux terres qui ont été déboisées depuis 1990.

Certaines pratiques de gestion adoptées pour augmenter le carbone des sols peuvent aussi avoir des effets sur les émissions de gaz sans CO₂. Un grand nombre de ces effets sont examinés aux chapitres Agriculture des *Lignes directrices du GIEC* et de *GPG2000*, mais il peut y avoir d'autres effets sur les gaz sans CO₂ qui ne sont pas couverts par les *Lignes directrices du GIEC* et *GPG2000* (certains exemples sont présentés dans l'Encadré 4.2.11).

⁵⁹ Selon les Accords de Marrakech, les estimations d'émissions par des sources et d'absorptions par des puits résultant d'activités relevant des Articles 3.3 et 3.4 doivent être clairement différenciées des émissions anthropiques par les sources dont la liste figure à l'Annexe A du Protocole de Kyoto (cf. paragraphe 5 de l'Annexe du projet de décision -/CMP.1 (Article 7), figurant dans le document FCCC/CP/2001/13/Add.3, p.22).

ENCADRE 4.2.11**EXEMPLES D'EFFETS POSSIBLES DES VARIATIONS DES STOCKS DE CARBONE SUR LES ÉMISSIONS DE GAZ SANS CO₂****Exemple 1 : Effets d'une réduction du travail du sol sur les émissions de N₂O**

La réduction ou l'absence du travail du sol augmente souvent le carbone des sols des terres cultivées. Mais cette gestion peut aussi modifier les émissions de N₂O, en raison d'effets sur la porosité (et la fraction de la porosité occupée par l'eau), du cycle de l'azote, de la température et d'autres facteurs (Weier *et al.*, 1996 ; MacKenzie *et al.*, 1998 ; Robertson *et al.*, 2000 ; Smith *et al.*, 2001, par exemple). Les observations ne sont pas concluantes, certaines études montrant des émissions de N₂O plus élevées dans le cas d'une gestion sans travail du sol qu'avec travail du sol, d'autres montrant peu d'effets ou une diminution des émissions de N₂O. Selon les données disponibles, il semblerait que cette réponse variable dépende des effets interactifs des sols et du climat, et que les environnements pluvieux à aération faible, dans lesquels les émissions de N₂O sont en général plus élevées, sont aussi associés à des émissions plus élevées avec une gestion sans travail du sol (Linn et Doran, 1984 ; Weier *et al.*, 1996 ; Vinten *et al.*, 2002).

Exemple 2 : Liens entre l'évolution des matières organiques et les émissions de N₂O

Les matières organiques des sols se décomposent continuellement et produisent des émissions d'ammoniaque et de nitrate. Une partie de cet azote « disponible » peut être transformée en N₂O. Par conséquent, les pratiques qui augmentent le taux de décomposition des matières organiques (labourage des prairies, augmentation de la fréquence des jachères, etc.) peuvent stimuler les émissions de N₂O. À l'opposé, la restauration des prairies et la diminution de la fréquence des jachères peuvent réduire les émissions de N₂O. Toutefois, la signification et l'étendue de ces effets ne sont pas bien compris et il n'est pas toujours possible de les quantifier avec fiabilité à ce stade.

Exemple 3 : Effets de la gestion des terres cultivées sur l'oxydation de CH₄

Certaines pratiques qui augmentent la teneur en carbone des sols des terres cultivées peuvent aussi influencer négativement ou positivement sur le taux d'oxydation du CH₄ des sols (Smith *et al.*, 2001, par exemple). Ces effets sont souvent plus faibles que ceux sur le N₂O, (exprimé en unités d'équivalent CO₂).

Exemple 4 : Effets du drainage des sols organiques

Le drainage peut donner lieu à une diminution des émissions de CH₄, une augmentation de CO₂, et peut aussi influencer sur les émissions de N₂O. (On notera que les *Lignes directrices du GIEC* supposent que tout le carbone est émis sous forme de CO₂ ; si on n'utilise pas cette hypothèse, ceci doit être justifié par des données scientifiques solides et bien documentées. Des méthodes d'estimation des émissions de N₂O par les sols organiques cultivés figurent aux chapitres Agriculture des *Lignes directrices du GIEC* et de *GPG2000*, et ces émissions devront être notifiées comme décrit dans ces documents pour prévenir le risque de double comptage.)

Les effets de ces pratiques et d'autres pratiques de gestion sur les émissions sans CO₂ peuvent être inclus dans des méthodologies supérieures pour l'agriculture, comme indiqué dans *GPG2000* (Section 4.7, page 4.53 à 4.66). Si ces émissions sont comptabilisées, elles devront toujours être notifiées dans le secteur Agriculture, pour prévenir le risque de double comptage. On pourrait, par exemple, estimer ces effets par :

- La mesure directe des gaz à effet de serre sans CO₂ sur des sites représentatifs ;
- L'estimation des taux d'émissions, à partir de valeurs publiées, en tenant compte de la gestion, des sols et du climat.

4.2.9 Gestion des pâturages

4.2.9.1 QUESTIONS RELATIVES AUX DÉFINITIONS ET AUX PRESCRIPTIONS DE NOTIFICATION

On entend par gestion des pâturages le système de pratiques sur des terres utilisées pour la production de bétail et visant à manipuler la quantité et le type de végétation et de bétail produit. Les pâturages sont, par définition, « gérés » dans une certaine mesure ; par conséquent, les terres faisant l'objet d'une gestion des pâturages sont en fait potentiellement toutes les terres d'un pays qui font l'objet de pâturages, c'est-à-dire toutes les terres utilisées principalement pour la production de bétail, conformément à des critères choisis et décrits explicitement par le pays. On notera que toutes les prairies ne sont pas nécessairement des terres à pâturages.

Afin d'assurer une couverture complète, conformément aux *bonnes pratiques*, on inclura toutes les terres suivantes dans la catégorie des pâturages :

- Pâturages/prairies/parcours naturels améliorés : Terres faisant l'objet d'une gestion des pâturages contrôlée et intensive. Les pratiques de gestion telles que l'apport d'engrais/fumier, l'irrigation, le réensemencement, le chaulage, ou la pulvérisation phytosanitaire contribuent au contrôle de la productivité. Les terres utilisées de façon permanente pour les cultures fourragères herbacées sont aussi incluses.
- Pâturages/prairies/parcours naturels non améliorés : En général, terres à végétation naturelle, y compris foin et buissons, à pâturage principalement extensif, avec peu ou pas de gestion de la végétation, à l'exception d'un brûlage occasionnel. Cependant, l'intensité, la fréquence et la saisonnalité du pâturage et la distribution du bétail sont gérés (même par défaut) ou peuvent être gérés spécifiquement pour prévenir les émissions du carbone stocké (par la prévention du surpâturage, par exemple).

Les pâturages, parcours naturels ou savanes à végétation arborée ou buissonneuse devront être inclus dans la catégorie « gestion des pâturages » si les cultures fourragères ou le pâturage sont la principale activité sur la terre, conformément à des critères établis et décrits explicitement par le pays. Lorsque des terres boisées satisfont à la définition de la forêt, et que les arbres ont été établis depuis 1990, ces terres devront être incluses dans la catégorie boisement/reboisement. Cependant, des terres qui satisfont à la définition de la forêt peuvent être incluses dans la catégorie « gestion des pâturages », si le pâturage est l'activité dominante, conformément à des critères établis par le pays.

Des terres mises en réserve, telles que des terres cultivées revenues à l'état de prairies vivaces, devront être incluses dans la catégorie « gestion des terres cultivées » si elles sont mises en réserve temporairement (en général pour une période de cinq ans ou moins, mais toutes les terres mises en réserve qui retourneront probablement à l'état de terres cultivées conformément aux critères nationaux pour la mise en réserve, devront être considérées comme des terres cultivées). On les inclura dans la catégorie « gestion des pâturages » si la mise en réserve est permanente. Les terres protégées, comme celles faisant l'objet de programmes de couvert permanent, devront être incluses dans la catégorie « gestion des pâturages » si elles servent également à la production de bétail. Les terres qui ne sont utilisées que temporairement pour les pâturages, dans le cadre d'une rotation des cultures, seront en général incluses dans la catégorie « gestion des terres cultivées ». Les critères utilisés pour distinguer entre les terres cultivées et les pâturages et la restauration du couvert végétal devront être décrits explicitement et appliqués avec cohérence.

En raison du risque de recoupement avec d'autres catégories d'utilisation des terres, conformément aux *bonnes pratiques*, les pays sont invités à spécifier les types de terres incluses dans la catégorie « pâturages/parcours naturels » dans leurs systèmes nationaux d'utilisation des terres, et à indiquer comment ces terres sont différentes (a) des terres dans la catégorie d'utilisation des terres (ii) du Chapitre 2 (terres cultivées/arables/travail du sol), et (b) des terres faisant l'objet d'autres activités relevant de l'Article 3.3 (BR) et de l'Article 3.4 (GF, RCV, GTC – si ces activités sont prises en compte). Ceci améliorera la comparabilité de la notification entre les pays.

Par ailleurs, toutes les terres qui étaient des forêts au 31 décembre 1989 et qui font l'objet d'une gestion des pâturages pendant l'année de notification doivent être identifiées, suivies et notifiées en tant que catégorie séparée (Terres « déboisées » qui, normalement, feraient l'objet d'une gestion des pâturages).

Afin de permettre l'application de la méthodologie proposée pour l'estimation des émissions/absorptions de CO₂ sur ces terres (à savoir, superficie multipliée par un facteur de variation des stocks de carbone ; le facteur étant positif, négatif ou nul, selon la gestion et l'utilisation des terres ou le changement d'affectation des terres), on doit sub-diviser la superficie totale des pâturages en superficies faisant l'objet de pratiques de gestion (qui peuvent se recouper temporellement et spatialement) pour l'année de référence et les années de la période d'engagement. Les facteurs d'émissions et d'absorptions de carbone dépendent de la gestion en cours et antérieure. Certaines terres peuvent émettre du CO₂, d'autres peuvent absorber du carbone, d'autres encore peuvent être dans un état d'équilibre, et cette situation peut changer si la gestion change.

Une définition plus complète des systèmes d'utilisation des terres et de la gestion des terres pour les pâturages/parcours naturels pour différentes zones climatiques permettra d'obtenir des données plus sub-divisées sur les utilisations des terres et les pratiques. Les grandes catégories de pratiques pour la gestion des pâturages qui influent sur les stocks de carbone incluent la gestion des troupeaux, la présence de plantes ligneuses, la fertilisation, l'irrigation, la composition des espèces, la gestion des légumineuses, et la gestion des feux (GIEC, 2000b, p.184 et p. 205). Voir aussi le Chapitre 3, Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur CATF, et la Section 4.2.9.2 ci-dessous.

4.2.9.1.1 1990 ANNEE DE REFERENCE

Voir Section 4.2.8.1 Questions relatives aux définitions et aux prescriptions de notification.

4.2.9.2 CHOIX DES METHODES D'IDENTIFICATION DES TERRES

Des recommandations générales sur l'identification des terres faisant l'objet d'une gestion des pâturages sont présentées aux Sections 4.1.1, 4.1.2, 4.2.1, et 4.2.2. Conformément aux Accords de Marrakech, l'emplacement géographique des limites de la superficie qui inclut la terre faisant l'objet d'une gestion des pâturages doit être

notifié annuellement, ainsi que les superficies totales des terres faisant l'objet de cette activité. L'emplacement géographique des limites peut inclure une description spatialement explicite de chaque terre faisant l'objet d'une gestion des pâturages, mais cela n'est pas indispensable. Ceci est semblable à l'exemple de gestion des terres cultivées examiné à la section 4.2.8.1, Questions relatives aux définitions et aux prescriptions de notification. Les *bonnes pratiques* consistent à suivre continuellement la gestion de la terre faisant l'objet d'une gestion des pâturages, soit par suivi continu de chaque terre faisant l'objet d'une gestion des pâturages de 1990 jusqu'à la fin de la période d'engagement (voir Section 4.2.8.1), soit par des techniques d'échantillonnage statistique, qui permettent de déterminer des changements de gestion sur des pâturages et qui, en même temps, sont conformes aux prescriptions de la Section 5.3 (voir aussi Section 4.2.4.1 Établissement de séries temporelles cohérentes). Au niveau national, la superficie totale des pâturages devra être sub-divisée en plusieurs niveaux, à l'aide, par exemple, de critères sur les circonstances nationales primaires, les pratiques de gestion et autres sub-divisions. Ces critères pourraient inclure :

- Le climat
- Le type de sol
- Le degré de perturbation (tassement, perturbation par le passage du bétail, fréquence du brûlage, érosion, etc.)
- Niveau d'apports organiques (litière végétale, racines, fumier, autres apports, etc.)
- Terres qui servent de pâturages de façon intermittente (mises en réserve, prairies incluses dans la rotation, etc.)
- Intensité du pâturage (pourcentage d'utilisation des pâturages)
- Terres boisées (brise-vent, vergers, autres plantations vivaces)
- Terres converties en pâturages depuis 1990 (changement d'affectation des terres) qui ne sont pas dans une autre catégorie d'utilisation des terres.

Pour toutes les sous-catégories obtenues faisant l'objet d'une gestion des pâturages, les superficies qui résultent d'une conversion des forêts (déboisement) depuis 1990 doivent être suivies séparément car elles seront notifiées en tant que terres faisant l'objet d'un déboisement.

Au Niveau 3, d'autres sub-divisions de la superficie faisant l'objet d'une gestion des pâturages peuvent s'avérer nécessaires.

On peut identifier les terres faisant l'objet d'une gestion des pâturages, avec sub-division appropriée, pour certains pays visés à l'Annexe I par les méthodes suivantes :

- Statistiques nationales sur l'utilisation et la gestion des terres : la base terrestre agricole, y compris les terres faisant l'objet d'une gestion des pâturages, fait l'objet de relevés périodiques dans la plupart des pays. Une partie des données pour ces statistiques peuvent avoir été obtenue par télédétection des pâturages et des conditions de la surface des sols, ainsi que des variations des taux de charge de bétail.
- Données d'inventaire provenant d'un système d'échantillonnage de parcelles, à base de statistiques : des activités d'utilisation et de gestion des terres sont surveillées sur des parcelles échantillons permanentes spécifiques faisant l'objet de visites périodiques.

Les informations sur ces superficies devront être compilées pour toutes les terres faisant l'objet d'une gestion des pâturages, ou bien résumées sous forme d'estimations pour toutes les strates (définies par les limites des superficies) choisies par une Partie pour communiquer ses statistiques sur l'utilisation des terres. D'autres recommandations en matière de *bonnes pratiques* sur l'identification des superficies figurent au Chapitre 2, Base d'une représentation cohérente des superficies terrestres.

Des liens avec des méthodes connexes d'identification des superficies dans les autres chapitres du présent rapport et dans les *Lignes directrices du GIEC* figurent dans l'Encadré 4.2.12 ci-dessous :

ENCADRE 4.2.12

LIENS AVEC LE CHAPITRE 2 OU 3 DU PRESENT RAPPORT

Section 2.3.2 (Trois méthodes) : Prairies (gérées et non gérées) converties en prairies gérées ou toute conversion conduisant à des prairies gérées au Chapitre 2 (sauf conversions des forêts en prairies) à condition que ces prairies gérées fassent l'objet d'une gestion des pâturages. *Devra inclure toutes les conversions entre 1990 (ou 1970, si cela est nécessaire pour l'estimation de l'année de référence) et 2008, et pour les conversions des années d'inventaires ultérieurs sur une base annuelle*⁶⁰.

LIENS AVEC LES LIGNES DIRECTRICES DU GIEC

N'existent pas dans un format conforme aux prescriptions des Accords de Marrakech pour l'emplacement géographique des limites.

⁶⁰ Si plusieurs conversions de terres se produisent sur la même terre pendant la période de transition de la matrice, on devra peut-être raccourcir la période de transition pour refléter ces conversions.

4.2.9.3 CHOIX DES METHODES POUR L'ESTIMATION DES VARIATIONS DES STOCKS DE CARBONE ET DES EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE SANS CO₂

Comme pour la gestion des terres cultivées, on fait appel à trois niveaux méthodologiques pour estimer les émissions/absorptions de CO₂ par les sols minéraux, les sols organiques et résultant du chaulage. La procédure est la même, si ce n'est que les calculs portent sur des facteurs différents et utilisent d'autres données d'activités (comme décrit plus en détail ci-après).

On calcule les émissions/absorptions annuelles totales de CO₂ par les sols en ajoutant :

- Les variations nettes des stocks de carbone organique des sols minéraux ;
- Les émissions de CO₂ par les sols organiques ;
- Les émissions de CO₂ résultant du chaulage.

On doit aussi estimer les variations des stocks de carbone pour d'autres bassins de carbone, selon les cas. Pour les pâturages sans végétation ligneuse, on peut ne pas tenir compte de la biomasse des cultures annuelles lorsqu'il n'y a pas de variation à long terme du couvert. Cependant, le carbone de la biomasse arborée, des brise-vent et des cultures ligneuses des pâturages doit être comptabilisé dans une (mais pas dans les deux) catégorie « gestion des pâturages », ou « boisement/reboisement/gestion des forêts » (sauf si une Partie visée à l'Annexe I du Protocole de Kyoto choisit de ne pas le faire et démontre de façon vérifiable que les stocks de carbone ne diminuent pas). Les méthodes applicables à la biomasse aérienne et souterraine, à la litière et au bois mort sont décrites dans les sections sur le boisement/reboisement ou la gestion des forêts et au Chapitre 3, Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur CATF, du présent rapport. Pour des recommandations relatives à l'estimation des émissions/absorptions du carbone de bassins autres que les sols, voir l'Encadré 4.2.13 et le Tableau 4.2.8. La Figure 3.1.1 au Chapitre 3 contient d'autres recommandations sur le choix des méthodes appropriées.

ENCADRE 4.2.13

LIENS AVEC LE CHAPITRE 2 OU 3 DU PRESENT RAPPORT

- Section 3.4.1.1 Variation de la biomasse
- Section 3.4.1.2 Variation des stocks de carbone des sols

LIENS AVEC LES LIGNES DIRECTRICES DU GIEC

- 4 Gaz à effet de serre sans CO₂
- 5 B Conversion des forêts et prairies (conversion des pâturages en terre cultivées)
- 5 D Émissions et absorptions de CO₂ par les sols

4.2.9.3.1 SOLS MINERAUX

Le diagramme décisionnel utilisé pour guider l'estimation des variations des stocks de carbone des sols minéraux faisant l'objet d'une gestion des pâturages est semblable à celui utilisé pour les terres cultivées – voir Figure 4.2.9 ci-dessus.

Méthodes d'estimation des variations des stocks de carbone des sols minéraux

Les méthodes d'estimation des variations des stocks de carbone des sols minéraux faisant l'objet d'une gestion des pâturages sont identiques à celles utilisées pour les terres cultivées. Voir les méthodes des Niveaux 1, 2 et 3 décrites à la Section 4.2.8.3.1 (Sols minéraux) et également au Chapitre 3 (Sections 3.3.1.2, 3.4.1.2, 3.4.2.2). Comme pour la gestion des terres cultivées, à tous les niveaux méthodologiques, les terres faisant l'objet d'une gestion des pâturages doivent être suivies continuellement dans le temps. Au Niveau 1, la base de données des facteurs par défaut pour les variations annuelles des stocks, à l'Appendice 4A.1, s'applique également aux pâturages (voir Section 4.2.8.3.1). Cependant, pour les activités relevant de l'Article 3.4, les *bonnes pratiques* consistent à utiliser le Niveau 2 ou 3 pour estimer les variations des stocks de carbone pour les sols minéraux, si les émissions de CO₂ par la gestion des pâturages sont une catégorie clé.

Choix des facteurs d'émissions/d'absorptions de carbone pour les sols minéraux

Le choix des facteurs de variation des stocks de carbone à chaque niveau relève des mêmes principes que ceux utilisés pour la gestion des terres cultivées. Les facteurs de variation des stocks de carbone figurent dans la même

base de données. Aux niveaux supérieurs, comme pour la gestion des terres cultivées, on peut calculer les facteurs de variation des stocks de carbone à l'aide de valeurs publiées (e.g., Follett *et al.*, 2000), d'expériences à long terme et de modèles. Les *bonnes pratiques* consistent à utiliser d'autres facteurs d'émissions/d'absorptions basés sur des expériences bien conçues, avec échantillonnage suffisant pour donner une puissance statistique suffisante. On utilisera des facteurs d'émissions/d'absorptions fondés sur des modèles uniquement après avoir testé le modèle par rapport à des expériences telles que celles décrites plus haut, et les modèles devront être bien évalués, bien documentés et archivés. Les *bonnes pratiques* consistent à présenter des limites de confiance et/ou des estimations des incertitudes associées aux facteurs de variation des stocks spécifiques à la région ou au pays, ou locaux, basées sur des mesures ou expériences dans la région.

Choix des données sur l'utilisation et la gestion des terres pour les sols minéraux

Comme pour la gestion des terres cultivées, si on dispose de données sur les superficies et la gestion pour la période entre 1970 et 1990, on peut calculer les émissions/absorptions nettes pour une année de référence (1990 ou autre) à l'aide des facteurs par défaut d'émissions/absorptions de carbone mentionnés précédemment. En l'absence de données pour la période entre 1970 et 1990, on aura le choix entre les options déjà décrites pour les terres cultivées (voir Section 4.2.8.1.1 : 1990 année de référence). Seules les données d'activités requises pour chacun des trois niveaux sont décrites brièvement ci-dessous.

Niveau 1 : Les pratiques de gestion au Niveau 1 sont les mêmes que celles indiquées dans les *Lignes directrices du GIEC* : défrichage de la végétation naturelle avec conversion en terres cultivées ou pâturages, abandon des terres, cultures itinérantes, modifications des niveaux d'apports de résidus, modifications du travail du sol, et utilisation agricole des sols organiques pour les pâturages. Dans le cadre de ces changements d'affectation ou de gestion des terres spécifiques, les activités sont définies semi-quantitativement (systèmes à « apports élevés » ou à « apports faibles », par exemple). Les systèmes d'utilisation ou de gestion des terres ne sont pas sub-divisés en niveaux plus détaillés. Les superficies peuvent être obtenues à partir d'ensembles de données internationales (FAO, etc.). Si on dispose de données sur les superficies et les activités pour la période entre 1970 et 1990, on peut calculer une variation nette de référence des stocks de carbone pour 1990 à l'aide des facteurs par défaut de variation des stocks de carbone décrits ci-dessus. En l'absence de données sur les superficies et les activités pour la période entre 1970 et 1990, voir la Section 4.2.8.1.1 pour d'autres options pour l'estimation des superficies. Si on juge que la gestion des pâturages est une catégorie clé, conformément aux *bonnes pratiques*, on utilisera une méthode de Niveau 2 ou 3.

Niveau 2 : Les pratiques de gestion au Niveau 2 sont les mêmes que celles indiquées dans les *Lignes directrices du GIEC* et au Niveau 1. Mais à ce niveau, pour qu'elles soient spécifiques au pays, certaines pratiques de gestion peuvent être subdivisées, ou de nouvelles peuvent être ajoutées. Dans le cadre des systèmes de gestion agricole décrits dans les *Lignes directrices du GIEC*, les données de gestion incluent des descripteurs tels que « apports élevés » et « apports faibles ». Au Niveau 2, ces descripteurs peuvent être remplacés par des descripteurs plus explicites, par exemple, niveau de pâturage élevé, niveau de pâturage moyen, niveau de pâturage faible, et pas de pâturage. D'autres sub-divisions pourraient, par exemple, refléter différents types de pâturage. Au lieu d'utiliser des catégories de descripteurs plus détaillées, on peut utiliser des relations entre l'intensité de la pratique (niveau de pâturage, etc.) et une variation du facteur d'émissions/d'absorptions du carbone. De même, on pourrait utiliser des modèles bien calibrés et bien évalués des variations du carbone des sols (CENTURY (Parton *et al.*, 1986) RothC (Coleman et Jenkinson, 1996), ou autres) pour obtenir des facteurs de variation des stocks par défaut, ou les relations d'intensité pour chaque activité, pour des sols différents dans des régions climatiques différentes. Ces exemples montrent comment, au Niveau 2, les pratiques peuvent être rendues plus spécifiques au pays, mais d'autres améliorations sont aussi possibles. On appliquera des critères rigoureux afin de ne pas risquer de sous-estimer ou surestimer les variations des émissions ou absorptions.

Niveau 3 : Les données de gestion utilisées dans les méthodes plus complexes de Niveau 3 seront probablement sub-divisées comme décrit pour le Niveau 2 ci-dessus.

4.2.9.3.2 EMISSIONS DE CO₂ PAR LES SOLS ORGANIQUES

Le diagramme décisionnel à utiliser avec les sols organiques faisant l'objet d'une gestion des pâturages est identique à celui utilisé pour la gestion des terres cultivées, cf. Figure 4.2.13. Les méthodes décrites aux Niveaux 1, 2 et 3 pour les terres cultivées s'appliquent également aux pâturages, cf. Section 4.2.8.3.2 (Variations des stocks de carbone des sols organiques) et également au Chapitre 3 (Sections 3.3.1.2 et 3.4.1.2). Pour les terres cultivées, les émissions/absorptions de gaz à effet de serre sans CO₂ par les sols organiques sont aussi importantes, avec diminution de certaines émissions (méthane, CH₄) et augmentation des émissions de CO₂ dues au drainage des sols. Lors du calcul des variations des émissions/absorptions de carbone par les sols organiques, il est important de tenir compte des émissions de gaz à effet de serre sans CO₂, même si, en règle générale, celles-ci sont couvertes dans le secteur Agriculture. Il convient de noter que les *Lignes directrices du GIEC* supposent que tout le carbone est émis sous forme de CO₂; si on n'utilise pas cette hypothèse, on devra justifier cette décision par des données scientifiquement solides et bien documentées.

Choix des facteurs d'émissions/d'absorptions de carbone pour les sols organiques

Des facteurs pour les sols organiques sont décrits au paragraphe équivalent pour la gestion des terres cultivées (Section 4.2.8.3.2 Variations des stocks de carbone des sols organiques) et au Chapitre 3 (Sections 3.3.1.2 et 3.4.1.2).

Choix des données de gestion pour les sols organiques

Les données sur la gestion pour les sols organiques sont identiques à celles des *Lignes directrices du GIEC* telles qu'elles sont décrites et modifiées ci-dessus pour les sols minéraux.

4.2.9.3.3 EMISSIONS DE CO₂ IMPUTABLES AU CHAULAGE

Pour ce qui est des émissions de carbone imputables au chaulage, on peut utiliser les mêmes méthodes pour les terres faisant l'objet d'une gestion des pâturages que pour celles faisant l'objet d'une gestion des terres cultivées (voir Section 4.2.8.3.3 Émissions de CO₂ imputables au chaulage).

4.2.9.3.4 GAZ A EFFET DE SERRE SANS CO₂

Des méthodologies pour les émissions de N₂O et CH₄ par les sols sont décrites au Chapitre Agriculture de *GPG2000*, qui contient des méthodologies pour les sources d'émissions par les sols agricoles associées à la gestion des pâturages (voir également Chapitre 3, Section 3.4.1.3). Des pratiques de gestion adoptées pour augmenter le carbone des sols peuvent aussi influencer sur les émissions de gaz à effet de serre sans CO₂. Souvent, ces effets seront couverts par les méthodes décrites pour l'agriculture. Les émissions de N₂O, par exemple, résultant de l'augmentation des apports d'engrais pour enrichir les matières organiques des sols seront directement incluses. D'autres effets peuvent ne pas être couverts par les méthodes par défaut ; par exemple, l'augmentation des bassins de carbone peut aussi augmenter les niveaux d'azote organique, lequel, après minéralisation, peut devenir un substrat pour la dénitrification et donc augmenter la production de N₂O. De même, l'arrêt du travail du sol sur des terres cultivées converties en pâturages pourrait, au cours du développement des pâturages, rendre les sols plus anaérobies, et augmenter ainsi la dénitrification et la production de N₂O (voir l'Exemple 1 de l'Encadré 4.2.11). On peut estimer ces effets avec des méthodes de niveaux supérieurs, mais ils devront être notifiés dans le secteur Agriculture, pour prévenir le risque de double comptage ou d'omission.

Les émissions/absorptions de gaz à effet de serre sans CO₂ sur les terres déboisées converties en pâturages (Article 3.3) devront être notifiées séparément des émissions par les terres faisant l'objet d'une gestion des pâturages (Article 3.4). Pour des informations plus détaillées, voir la section correspondante sur la gestion des terres cultivées (Section 4.2.8.3.4).

4.2.10 Restauration du couvert végétal

4.2.10.1 QUESTIONS RELATIVES AUX DEFINITIONS ET AUX PRESCRIPTIONS DE NOTIFICATION

On entend par « restauration du couvert végétal » des activités humaines directes visant à accroître les stocks de carbone par la plantation d'une végétation couvrant une superficie minimale de 0,05 hectare et ne répondant pas aux définitions du boisement et reboisement données ici. Une terre devra être classée dans cette catégorie si elle satisfait à la définition de la restauration du couvert végétal et fait l'objet de cette gestion après le 1^{er} janvier 1990 (voir le diagramme décisionnel à la Figure 4.2.5 pour d'autres recommandations). Les méthodes d'estimation des variations des stocks de carbone résultant de la restauration du couvert végétal diffèrent de celles appliquées à la gestion des terres cultivées ou à la gestion des pâturages, et présentent des ressemblances avec celles utilisées pour le boisement/reboisement ; bien que différente du boisement/reboisement, la restauration du couvert végétal influe aussi de façon significative sur le bassin de carbone aérien.

Cette restauration implique l'établissement d'un couvert végétal destiné à remplacer un couvert antérieur (quelquefois minimal) après une perturbation des sols. Des activités telles que la régénération/restauration des écosystèmes herbacés sur des sols appauvris en carbone, les plantations environnementales, les plantations d'arbres, buissons, graminées et autre végétation non ligneuse sur différents types de terres, y compris dans des zones urbaines, peuvent toutes être qualifiées de restauration du couvert végétal. De plus, une plantation d'arbres peut ne pas constituer un boisement/reboisement car elle peut ne pas satisfaire (et ne le fera probablement pas pendant la période d'engagement) au critère de couvert forestier minimum et/ou de hauteur d'arbre minimum adopté pour la définition de la forêt, ou en raison de l'application cohérente des critères de configuration spatiale (voir Section 4.2.2.5). Dans ces cas, la plantation peut être considérée comme une restauration du couvert végétal. On notera que, contrairement au boisement, la restauration du couvert végétal ne signifie pas nécessairement un changement d'affectation des terres.

Les terres mises en réserve, telles que les terres cultivées faisant l'objet d'une restauration du couvert végétal, devront être incluses dans la catégorie « gestion des terres cultivées » si cette mise en réserve est temporaire (en général pendant cinq ans ou moins, mais toute terre mise en réserve qui retournera probablement à l'état de terre cultivée, aux termes des conditions nationales pour les terres mises en réserve, devra être comptabilisée en tant que terre cultivée).

Les *bonnes pratiques* pour les Parties qui prennent en compte la restauration du couvert végétal consistent à fournir une documentation décrivant comment les superficies incluses satisfont à la définition de la restauration du couvert végétal et comment elles peuvent être différenciées des autres terres dans les catégories d'utilisation des terres.

4.2.10.2 CHOIX DES METHODES D'IDENTIFICATION DES TERRES

Des recommandations générales sur l'identification des terres faisant l'objet d'une restauration du couvert végétal sont présentées aux Sections 4.1.1, 4.1.2, 4.2.1, et 4.2.2. En règle générale, toutes les terres faisant l'objet d'une restauration du couvert végétal depuis le 1^{er} janvier 1990 devront être suivies conformément aux critères nationaux qui établissent une hiérarchie entre les activités relevant de l'Article 3.4 (s'il y a lieu) comme expliqué à la Section 4.1. Conformément aux Accords de Marrakech, l'emplacement géographique des limites de la superficie qui inclut la terre faisant l'objet d'une restauration du couvert végétal doit être notifié annuellement, ainsi que les superficies totales des terres faisant l'objet de cette activité.

L'emplacement géographique des limites peut inclure une spécification spatialement explicite de chaque terre faisant l'objet d'une restauration du couvert végétal, mais cela n'est pas indispensable. On peut aussi indiquer les limites de grandes superficies incluant des terres plus petites faisant l'objet d'une restauration du couvert végétal dans chacune des grandes superficies. Dans les deux cas, la terre faisant l'objet d'une restauration du couvert végétal et cette gestion doivent être suivies dans le temps. On peut le faire par un suivi continu de chaque terre faisant l'objet d'une restauration du couvert végétal entre 1990 et la fin de la période d'engagement (voir Section 4.2.8.1 et 4.2.8.2), ou par l'emploi de techniques d'échantillonnage statistique, conformes aux recommandations de la Section 5.3, qui permettent de déterminer des transitions de gestion sur des terres faisant l'objet d'une restauration du couvert végétal (voir Section 4.2.4.1 Établissement de séries temporelles cohérentes).

Des liens avec des méthodes pertinentes dans le présent rapport et les *Lignes directrices du GIEC* sont indiqués dans l'Encadré 4.2.14.

ENCADRE 4.2.14

LIENS AVEC LE CHAPITRE 2 OU 3 DU PRESENT RAPPORT

Section 2.3.2 (Trois méthodologies) : Pas d'informations sur la superficie faisant l'objet d'une restauration du couvert végétal dans les méthodologies au Chapitre 2.

Requiert des critères spécifiques au pays sur la définition de la restauration du couvert végétal. Devra inclure toutes les transitions *entre 1990 (ou 1970, si cela est nécessaire pour l'estimation de l'année de référence)* et 2008, et pour les années d'inventaires ultérieures, les transitions sur une base annuelle⁶¹.

LIENS AVEC LES LIGNES DIRECTRICES DU GIEC

La restauration du couvert végétal n'est pas examinée dans les *Lignes directrices du GIEC*.

Recommandations sur des méthodes d'identification/surveillance des superficies pour les terres faisant l'objet d'une restauration du couvert végétal

Les méthodes pour la surveillance des terres faisant l'objet d'une restauration du couvert végétal sont les mêmes que celles utilisées pour les terres boisées/reboisées et déboisées (voir Sections 4.2.5 et 4.2.6).

4.2.10.3 CHOIX DES METHODES D'ESTIMATION DES VARIATIONS DES STOCKS DE CARBONE ET DES EMISSIONS DE GAZ A EFFET DES SERRE SANS CO₂

Dans le cas des sols minéraux, sols organiques et terres faisant l'objet d'une restauration du couvert végétal avec chaulage, on peut utiliser les mêmes méthodes et structures de niveaux que celles décrites pour la gestion des terres cultivées et la gestion des pâturages. Des méthodes pour la biomasse aérienne, la biomasse souterraine, la litière et le bois mort des terres faisant l'objet d'une restauration du couvert végétal, sont décrites au Chapitre 3, à partir des

⁶¹ Si plusieurs conversions de terres se produisent sur la même terre pendant la période de transition de la matrice, on devra peut-être raccourcir la période de transition pour refléter ces conversions.

Lignes directrices du GIEC (voir aussi Encadré 4.2.15, Tableau 4.2.8, Figure 3.1.1). Pour les sols des zones urbaines, des méthodes sont décrites à l'Appendice 3.B, Chapitre 3.

ENCADRE 4.2.15

LIENS AVEC LE CHAPITRE 2 OU 3 DU PRESENT RAPPORT

- Section 3.4.2.1 Variation de la biomasse
- Section 3.4.2.2 Variation des stocks de carbone des sols

LIENS AVEC LES LIGNES DIRECTRICES DU GIEC

- 4 Gaz à effet de serre sans CO₂
- 5 A Variations des stocks des forêts et d'autres stocks de biomasse ligneuse (prairies/toundras)
- 5 C Abandon des terres gérées (prairies/toundras)
- 5 D Émissions et absorptions de CO₂ par les sols
- 5 E Autres (arbres dispersés qui sont gérés, mais ne constituent pas une forêt, comme dans le cas de l'agroforesterie ; dits également « arbres gérés en dehors des forêts »)

(Les cinq bassins ne sont pas tous inclus : la biomasse souterraine et la litière ne sont pas incluses.)

4.2.10.3.1 CHOIX DES FACTEURS DE VARIATION DES STOCKS DE CARBONE

Les *Lignes directrices du GIEC* ne contiennent pas de valeurs par défaut génériques pour les activités de restauration du couvert végétal. Une Partie qui prend en compte la restauration du couvert végétal peut appliquer des méthodes de Niveau 1 pour estimer les variations du carbone des sols étant donné qu'il peut y avoir des valeurs par défaut (voir Section 4.2.8.3 (gestion des terres cultivées), Section 4.2.9.3 (gestion des prairies) et également les sections pertinentes au Chapitre 3 : Sections 3.3.1.2, 3.4.1.2, 3.4.2.2). Cependant, pour tous les autres bassins, il n'existe pas de valeurs par défaut, et, conformément aux *bonnes pratiques*, une Partie qui prend en compte la restauration du couvert végétal devra fournir des valeurs spécifiques au pays pour les variations des stocks dans chaque bassin de carbone et, pour les bassins non notifiés, devra démontrer de façon vérifiable que les bassins de carbone ne diminuent pas (voir Section 4.2.3.1 Bassins à notifier). Si la restauration du couvert végétal est considérée comme une catégorie clé, les *bonnes pratiques* consistent à utiliser une méthode de Niveau 2 ou 3.

Au Niveau 2, conformément aux *bonnes pratiques*, on présentera des méthodes vérifiables et une documentation pour montrer comment la variation des stocks de carbone a été estimée pour chaque bassin pris en compte dans la catégorie restauration du couvert végétal. Pour tout bassin de carbone non pris en compte, les *bonnes pratiques* consistent à fournir des données vérifiables démontrant que ces bassins n'ont pas diminué (voir Section 4.2.3.1 Bassins à notifier).

Au Niveau 3, on peut utiliser des modèles du carbone des écosystèmes, paramétrés pour les types végétaux fonctionnels appropriés et les sols inclus dans la superficie faisant l'objet d'une restauration du couvert végétal prise en compte, pour estimer les émissions et absorptions annuelles de carbone. Comme pour les modèles utilisés pour les estimations relatives à la gestion des terres cultivées et à la gestion des pâturages, les modèles devront être évalués à l'aide de tests comparatifs, bien documentés et archivés.

4.2.10.3.2 CHOIX DES DONNEES DE GESTION

Les *bonnes pratiques* consistent à fournir une documentation détaillée spécifiant les pratiques incluses aux termes de la restauration du couvert végétal, et les facteurs d'émissions/d'absorptions de carbone associés à chaque pratique pour chaque bassin pris en compte.

4.2.10.3.3 GAZ A EFFET DE SERRE SANS CO₂

Des méthodologies pour l'estimation des émissions de N₂O et CH₄ sont décrites aux chapitres Agriculture des *Lignes directrices du GIEC* et de *GPG2000*, qui présentent des méthodologies pour les sources d'émissions des sols agricoles sur les terres faisant l'objet d'une restauration du couvert végétal (la liste des sources est semblable à celle décrite pour la gestion des terres cultivées – voir Section 4.2.8.3).

Ces émissions ne devront pas être notifiées dans la catégorie restauration du couvert végétal, mais dans le secteur Agriculture, en tant qu'émissions par des sources dont la liste figure à l'Annexe A du Protocole de Kyoto ; et elles

devront être clairement différenciées des émissions dues à la restauration du couvert végétal notifiées aux termes de l'Article 3.4 du Protocole.

Conformément aux *bonnes pratiques*, on notifiera les émissions de gaz à effet de serre sans CO₂ par des sources sur des terres faisant l'objet d'une restauration du couvert végétal qui peuvent avoir été affectées par des pratiques d'utilisation des terres aux termes de l'inventaire des sources de l'Annexe A du Protocole de Kyoto. Ces sources doivent figurer dans l'inventaire pour le secteur Agriculture (la liste des sources est semblable à celle décrite pour la gestion des terres cultivées – voir Section 4.2.8.3.4). Des méthodologies de Niveau 3 peuvent expliquer les liens complexes entre le stockage du carbone et les émissions de gaz à effet de serre sans CO₂ si des données sont disponibles à cette fin. Certains exemples d'activités pertinents figurent à l'Encadré 4.2.11. Ces émissions devront toujours être notifiées dans le secteur Agriculture. Le Chapitre 3 (Sections 3.3.2.2, 3.4.1.3, 3.4.2.3) présente d'autres informations sur des procédures d'estimation des émissions de gaz à effet des serre sans CO₂.

Les émissions/absorptions de gaz à effet de serre sans CO₂ sur les terres déboisées faisant l'objet d'une restauration du couvert végétal (Article 3.3) doivent être notifiées séparément de celles pour les terres faisant l'objet d'une restauration du couvert végétal (Article 3.4). Pour d'autres recommandations, voir la section correspondante pour la gestion des terres cultivées (Section 4.2.8.3.4).

4.3 PROJETS UTCATF

4.3.1 Introduction

La présente section contient des *recommandations en matière de bonnes pratiques* pour la définition des limites des projets, la mesure, la surveillance et l'estimation des variations des stocks de carbone et des gaz à effet de serre sans CO₂, la mise en œuvre de plans de mesure et de surveillance, et le développement de plans d'assurance et de contrôle de la qualité. Ces recommandations sont à utiliser avec des projets relevant de l'Article 6, Mise en œuvre conjointe⁶², et de l'Article 12, Mécanisme pour un développement propre, du Protocole de Kyoto. Cette section n'examine pas des questions qui, à la date de rédaction du présent rapport, sont encore à l'étude auprès de l'Organe subsidiaire de conseil scientifique et technologique (SBSTA) de la Conférence-cadre des Nations unies sur les changements climatiques (CCNUCC)⁶³, dans le contexte de l'Article 12 du Protocole de Kyoto.

Des recommandations sont présentées pour les éléments pour lesquels il existe des méthodes types et sont applicables aux activités de projets relevant des Articles 6 et 12. De plus, des conseils et/ou des recommandations sont présentés sur la définition des limites des projets et sur les aspects inclus dans le niveau de référence d'un projet pour des activités relevant de l'Article 6. Cependant, d'autres éléments d'activités de projets relevant de l'Article 12, tels que la définition du « périmètre du projet » et du « niveau de référence », dépendent de décisions qui devront être prises à la neuvième session de la Conférence des Parties (CDP) et ces éléments ne sont pas inclus dans les *recommandations en matière de bonnes pratiques*. En général, l'application de ces *recommandations en matière de bonnes pratiques* aux projets relevant de l'Article 6 et de l'Article 12 dépend des prescriptions des décisions de la CDP, notamment celles pertinentes à l'Article 6 et les décisions qui, à la date de la rédaction du présent rapport, sont en cours de négociations à propos des projets UTCATF relevant de l'Article 12.

La Section 4.1.1 présente une vue d'ensemble des étapes requises pour les Parties visées à l'Annexe I pour satisfaire aux prescriptions de notification des variations des stocks de carbone et des émissions et absorptions de gaz à effet de serre associés à des projets relevant de l'Article 6 conformément au Protocole de Kyoto. Les émissions et/ou absorptions résultant de projets relevant de l'Article 6 font également partie de l'inventaire annuel d'un pays hôte visé à l'Annexe I ; la Section 4.1.3 examine les liens entre l'estimation et la notification d'activités relevant de l'Article 3.3 et d'activités prises en compte relevant de l'Article 3.4 d'une part, et d'activités de projets relevant de l'Article 6 d'autre part.

La notification pour des activités de projets relevant de l'Article 12 (avec rapports sur la validation, la surveillance et la vérification) exige l'intervention des participants aux projets, leur entité opérationnelle désignée, les Parties concernées et le Conseil exécutif du MDP. Les rapports doivent être rendus publics après communication au Conseil exécutif du MDP. A la date de rédaction du présent rapport, les modalités et procédures pour la notification aux termes de l'Article 12 sont aussi à l'étude auprès du SBSTA. Par conséquent, les prescriptions de notification pour les activités de projets relevant de l'Article 12 ne sont pas incluses dans ces *recommandations en matière de bonnes pratiques*.

L'estimation et la surveillance des variations anthropiques des stocks de carbone et des émissions et absorptions de gaz à effet de serre sans CO₂ au niveau du projet présente plusieurs difficultés et des spécificités susceptibles d'être mal représentées dans des *recommandations en matière de bonnes pratiques* établies pour des inventaires nationaux. Il est donc recommandé d'appliquer des méthodes de niveaux supérieurs, basées uniquement sur des mesures de terrain, ou associées à des modèles (équations allométriques, modèles de simulation, etc.). Les méthodes recommandées, présentées sous forme d'étapes pratiques dans le cadre d'un plan de mesure, surveillance et estimation, sont décrites en détail à la Section 4.3.3 et dans ses paragraphes. On y décrit les options pour un échantillonnage type et des mesures de terrain, avec leurs avantages et inconvénients. Comme précisé à la Section 4.1.3, certaines terres faisant l'objet d'activités relevant des Articles 3.3 et 3.4 peuvent être aussi des projets relevant de l'Article 6. Dans ce cas, conformément aux *bonnes pratiques*, on utilisera le même niveau ou un niveau supérieur pour l'estimation des variations des stocks de carbone et des émissions de gaz à effet de serre que celui utilisé pour ces terres dans l'inventaire de la CCNUCC, comme spécifié au Chapitre 3 du présent rapport (voir Section 4.2.3.4, Choix de la méthode).

⁶² Des lignes directrices pour la mise en œuvre de l'Article 6 du Protocole de Kyoto sont présentées dans l'Annexe du projet de décision –/CMP.1 (Article 6), figurant dans le document FCCC/CP/2001/13/Add.2, pp. 8-19.

⁶³ Dans la Décision 17/CP.7, il a été demandé au SBSTA d'établir des définitions et modalités pour l'inclusion de projets de boisement et reboisement aux termes du MDP dans la première période d'engagement, en tenant compte des questions de non permanence, additionnalité, fuites, incertitudes, et incidences socio-économiques et environnementales, y compris les incidences sur la biodiversité et les écosystèmes naturels. Une décision sur ces définitions et modalités sera adoptée à la neuvième session de la CDP.

4.3.1.1 DEFINITION DES PROJETS ET PERTINENCE PAR RAPPORT AUX ARTICLES 6 ET 12

On peut définir un projet UTCATF comme un ensemble planifié d'activités prises en compte, sur un emplacement géographique spécifique, qui ont pour objet des absorptions nettes de gaz à effet de serre supplémentaires à celles qui se produiraient en l'absence du projet proposé. Un projet UTCATF peut être mis en œuvre par des entités publiques ou privées, ou une combinaison des deux, y compris par des investisseurs privés, entreprises privées, gouvernements locaux ou nationaux, autres institutions publiques, et organisations non gouvernementales (NGO).

Pour la première période d'engagement, les activités pouvant être prises en compte et relevant de l'Article 6 peuvent inclure le boisement et reboisement, la gestion des forêts, la gestion des pâturages, la gestion des terres cultivées, et la restauration du couvert végétal. Aux termes de l'Article 12, les activités pouvant être prises en compte pour la première période d'engagement sont limitées au boisement et reboisement. Aux termes de l'un ou l'autre article, les projets peuvent comprendre plusieurs activités. Aux termes de l'Article 6, par exemple, un projet pourrait comprendre des changements de la gestion des pâturages et des forêts ; aux termes de l'Article 12, un projet pourrait comprendre des activités de boisement avec des espèces pour bois d'œuvre et des espèces arborées polyvalentes.

4.3.2 Périmètre du projet

Les Accords de Marrakech spécifient que le périmètre d'un projet relevant de l'Article 6 devra « *inclure toutes les émissions anthropiques par des sources et/ou des absorptions par des puits de gaz à effet de serre sous le contrôle des participants au projet qui sont significatives et raisonnablement attribuables au projet relevant de l'Article 6* »⁶⁴. A la date de la rédaction du présent rapport, la définition du périmètre du projet pour des activités UTCATF relevant de l'Article 12 est encore à l'étude auprès du SBSTA. Les *bonnes pratiques* consistent donc à identifier toutes les émissions anthropiques par sources de gaz à effet de serre et les absorptions par puits liées aux activités et pratiques associées aux projets UTCATF. Au sens général, le périmètre du projet peut être considéré en termes de superficie géographique, limites temporelles (durée du projet), et en termes d'activités et pratiques du projet responsables d'émissions et absorptions de gaz à effet de serre qui sont significatives et raisonnablement attribuables aux activités du projet.

4.3.2.1 ZONE GEOGRAPHIQUE

La taille des projets peut varier et ils peuvent être limités à une ou plusieurs zones géographiques. Suivant les règles adoptées pour les projets, la zone peut être un bloc de terres adjacentes appartenant à un seul propriétaire, ou de nombreux petits blocs de terres sur une plus grande superficie, pouvant appartenir à un grand nombre de petits propriétaires fonciers réunis au sein d'une coopérative ou d'une association. Les *bonnes pratiques* consistent à spécifier et définir clairement les limites spatiales des terres du projet afin de faciliter la mesure, surveillance, comptabilisation et vérification du projet. Ces limites doivent être identifiables par toutes les parties prenantes, y compris les responsables du développement du projet et les Parties. Conformément aux *bonnes pratiques*, la description des limites physiques du projet devra inclure les informations suivantes :

- Nom de la zone du projet (numéro de parcelle, numéro de lotissement, nom local, etc.)
- Carte(s) de la zone (format papier et /ou format numérique, le cas échéant)
- Coordonnées géographiques
- Superficie totale des terres
- Informations sur les droits de propriété
- Historique de l'utilisation et de la gestion des terres du (des) site(s) sélectionné(s).

Normalement, le périmètre du projet reste inchangé pendant la durée du projet. Si des changements sont inévitables, sous réserve des règles convenues pour les projets, ces changements devront être notifiés et les inclusions et/ou exclusions de superficies terrestres devront faire l'objet de relevés par les méthodes susmentionnées (ce qui nécessiterait un ajustement des émissions ou absorptions nettes des gaz à effet de serre attribuables au projet).

Il existe un grand nombre de méthodes et d'outils utilisables pour identifier et délimiter les limites physiques d'un projet, notamment :

- Marqueurs de limites fixes (clôtures, haies, murs, etc.) ;

⁶⁴ Voir Appendice B, paragraphe 4(c) du projet de décision -/CMP.1 (Article 6), figurant dans le document FCCC/CP/2001/13/Add.2, p.19.

- Données télédéetectées (images satellite fournies par des systèmes optiques et/ou radar, photographies aériennes, vidéos embarquées, etc.) ;
- Relevés cadastraux (relevés au sol pour la délimitation des propriétés) ;
- Systèmes de positionnement global ;
- Documents relatifs aux terres ;
- Cartes topographiques nationales certifiées, avec descriptions topographiques clairement définies (rivières/ruisseaux, crêtes montagneuses, etc.) ; et
- Autres systèmes reconnus au plan national.

Les Parties peuvent choisir d'utiliser ces méthodes, individuellement ou conjointement, à condition de veiller à préserver l'exactitude.

4.3.2.2 LIMITES TEMPORELLES

Les limites temporelles, qui sont souvent définies par les dates de commencement et de fin du projet, devront être établies de façon à inclure toutes les variations des stocks de carbone et émissions et absorptions de gaz à effet de serre sans CO₂ raisonnablement attribuables aux activités du projet. Des projets différents ont des modes et des taux d'accumulation de carbone différents, comme indiqué plus en détail dans le Rapport spécial du GIEC sur le secteur UTCATF (Brown *et al.*, 2000b). Pour les activités de boisement et reboisement des projets relevant de l'Article 12, la question de la durée du projet et de ses liens avec la permanence n'est pas examinée ici, car ce point est encore à l'étude auprès du SBSTA (voir Section 4.3.1).

4.3.2.3 ACTIVITES ET PRATIQUES

Des projets UTCATF différents ont des effets anthropiques directs différents sur les stocks de carbone et les gaz à effet de serre sans CO₂. Des exemples de projets et des variations probables des stocks de carbone et des émissions de gaz à effet de serre sans CO₂ figurent dans l'Encadré 4.3.1 (applicable aux Articles 6 et 12, sous réserve des négociations) et dans les Encadrés 4.3.2—4.3.4 (applicable à l'Article 6). Les étapes suivantes permettent l'identification des émissions et absorptions de gaz à effet de serre imputables au projet :

- Liste et description des émissions et absorptions de gaz à effet de serre résultant des pratiques principales du projet – plantation d'arbres, travail du sol, modification des récoltes forestières, etc.
- Liste et description des émissions et absorptions de gaz à effet de serre résultant de pratiques auxiliaires liées à la mise en œuvre et à la gestion du projet – préparation des terres, gestion des pépinières, plantations, coupes d'éclaircie, exploitation forestière, etc. – et description de ces pratiques.
- Évaluation et notification des émissions et absorptions de gaz à effet de serre liées au projet (CO₂, CH₄, et N₂O).

ENCADRE 4.3.1 PROJETS DE BOISEMENT OU REBOISEMENT

En général, la plantation d'arbres sur des terres non forestières augmente les stocks de carbone. Ces projets de boisement peuvent inclure la plantation d'espèces pour le bois d'œuvre commercial, d'espèces naturelles non commerciales, d'espèces polyvalentes (arbres fruitiers, arbres d'ombrage pour la production de café, etc.) ou une combinaison de ces groupes d'espèces. Le boisement peut aussi modifier les émissions de gaz à effet de serre, en particulier de CO₂, CH₄ et N₂O.

La liste ci-dessous présente des facteurs qui peuvent être pertinents pour les mesures et la surveillance en plus des variations des stocks de carbone dans les bassins définis par les Accords de Marrakech et les décisions de la CDP :

- Variations des émissions de gaz à effet de serre résultant de la combustion des combustibles fossiles ou de la biomasse, suite à la préparation du site, aux activités de surveillance, à la récolte et au transport du bois.
- Variations des émissions d'oxyde d'azote imputables à la fertilisation azotée.
- Variations des émissions d'oxyde d'azote imputables à la plantation de légumineuses arborées.
- Variations de l'oxydation du méthane résultant de la variation du niveau de la nappe phréatique (en particulier dans les sols à haute teneur organique), de la plantation d'arbres et de la gestion des sols.

ENCADRE 4.3.2

PROJETS DE GESTION DES TERRES CULTIVEES :

CONVERSION D'UN TRAVAIL DU SOL CLASSIQUE A UNE ABSENCE DE TRAVAIL DU SOL EN AGRICULTURE

La conversion d'un travail du sol classique à un travail du sol réduit ou à une absence de travail du sol peut modifier les caractéristiques physiques, chimiques et biologiques des sols, les régimes hydriques, les interactions des nutriments, l'utilisation des combustibles fossiles, et d'autres facteurs associés à l'équilibre des gaz à effet de serre du système. La liste ci-dessous présente des facteurs dont il faut tenir compte pour les mesures et la surveillance, en plus des variations du bassin de carbone organique des sols :

- Variations des émissions d'oxyde d'azote et de méthane par les sols.
- Variations des émissions de dioxyde de carbone résultant du transport de produits agrochimiques utilisés, en plus de celles dans le cas de référence.
- Variations des émissions de dioxyde de carbone résultant de la combustion des combustibles fossiles par le matériel agricole.

ENCADRE 4.3.3

PROJET DE GESTION DES FORETS : EXPLOITATION FORESTIERE A IMPACT REDUIT

Certaines pratiques d'exploitation forestière peuvent endommager la végétation et les sols et nuire considérablement à la restauration de la végétation. Si elle est mise en œuvre dans le cadre d'une gestion des forêts durable, l'exploitation forestière à impact réduit vise à limiter ces effets négatifs, en réduisant les émissions de dioxyde de carbone et en améliorant la capacité d'absorption de carbone de la nouvelle végétation. La liste ci-dessous présente des facteurs dont il faut tenir compte pour les mesures et la surveillance, en plus des variations des stocks de carbone des bassins pertinents, en particulier les bassins de carbone du bois mort et des sols :

- Variations des émissions de dioxyde de carbone résultant de la combustion des combustibles fossiles, dues à l'amélioration de la logistique des récoltes et de l'exploitation forestière.
- Variations des émissions d'oxyde d'azote et de méthane par les sols.

ENCADRE 4.3.4

PROJETS D'AMELIORATION DES FORETS :

PLANTATION D'ENRICHISSEMENT DANS LES FORETS EXPLOITEES OU LES FORETS DE CROISSANCE SECONDAIRE

Certaines méthodes de récoltes forestières, telles que les abattages sélectifs, peuvent avoir des effets négatifs sur la croissance des autres arbres. En général, une plantation d'enrichissement avec des espèces à forte croissance, commercialement rentables, ou polyvalentes, augmente les stocks de carbone. La liste ci-dessous présente des facteurs dont il faut tenir compte pour les mesures et la surveillance, en plus des variations des stocks de carbone dans les bassins de carbone pertinents :

- Variations des émissions d'oxyde d'azote par les sols, résultant d'apports azotés (engrais ou plantations de légumineuses arborées).
- Variations des émissions de dioxyde de carbone dues à la combustion de combustibles fossiles pour la préparation des sites, la récolte et le transport du bois, en plus de celles dans le cas de référence.
- Variations de l'oxydation du méthane dues à des changements au niveau de la végétation et de la gestion des sols.

4.3.3 Mesure, surveillance et estimation des variations des stocks de carbone et émissions de gaz à effet de serre sans CO₂⁶⁵

L'estimation exacte et précise des émissions et absorptions de gaz à effet de serre directement attribuables aux activités de projets est un aspect clé de la mise en œuvre des projets UTCATF pour l'atténuation des émissions de gaz à effet de serre. Les techniques et méthodes pour la mesure, la surveillance et l'estimation des bassins de carbone terrestres, qui sont basées sur des principes généralement acceptés pour les inventaires forestiers, l'échantillonnage des sols, et les relevés écologiques, sont bien établies et applicables aux projets UTCATF (Paivinen *et al.*, 1994 ; Pinard et Putz, 1997 ; MacDicken, 1997 ; Post *et al.*, 1999 ; Brown *et al.*, 2000a, 2000b ; Schlegel *et al.*, 2001 ; Brown, 2002 ; Segura et Kanninen, 2002). Ces techniques et méthodes seront examinées plus en détail dans la présente section.

Les méthodes pour la mesure et l'estimation des émissions et absorptions de gaz à effet de serre sans CO₂ sont beaucoup moins développées. Cependant, les projets peuvent inclure des activités qui influent sur les gaz à effet de serre sans CO₂, notamment l'utilisation d'engrais pour améliorer la croissance des arbres (risque d'émissions de N₂O), la restauration des zones humides (risque d'augmentation des émissions de CH₄), la culture de plantes fixatrices d'azote (risque d'augmentation des émissions de N₂O) et le brûlage de la biomasse pour la préparation des sites (risque de variations des émissions de N₂O et de CH₄). La Section 4.3.3.6 contient d'autres recommandations sur la mesure, la surveillance et l'estimation des émissions de gaz à effet de serre sans CO₂ pour les projets UTCATF.

Bien que les méthodes décrites ici soient appropriées pour la plupart des cas actuellement, les chercheurs développent constamment de nouvelles méthodes, souvent plus économiques, et il est recommandé de suivre l'évolution des travaux dans ce domaine. La télédétection, par exemple, est un domaine qui évolue rapidement ; de nouveaux capteurs sont testés et commercialisés (capteurs à résolution plus élevée, systèmes radar, etc.) et pourraient être utiles pour une planification, stratification, mesure et surveillance plus économique des projets. De plus, les coûts pourraient être défrayés en combinant la mesure et la surveillance du carbone avec des inventaires des ressources polyvalents (Lund 1998).

Des systèmes de comptabilisation sélectifs ou partiels pour les bassins peuvent être appropriés pour les projets, à condition que tous les bassins dans lesquels les émissions augmentent probablement à la suite du projet (émissions de carbone ou de gaz à effet de serre sans CO₂) soient inclus (Brown *et al.*, 2000b). Cependant, pour l'Article 12, la décision relative à l'application d'une comptabilisation sélective des bassins est encore à l'étude auprès du SBSTA. Des critères possibles pour la sélection des bassins accumulateurs de carbone à mesurer et surveiller incluent l'importance du bassin et son taux de variation, l'existence de méthodes appropriées, les coûts des mesures, ou l'exactitude et la précision possibles (cf. Section 4.3.3.3).

Il y a interaction entre le niveau de précision recherché pour les estimations des stocks de carbone et le coût lié à la variabilité spatiale des variations des stocks de carbone dans le périmètre du projet. Plus la variabilité spatiale des stocks de carbone dans un projet est élevée, plus on devra utiliser de parcelles d'échantillonnage pour obtenir une précision donnée avec le même niveau de confiance. Théoriquement, cela peut avoir des répercussions financières sur la mise en œuvre du plan de mesure et de surveillance. La stratification des terres du projet en un nombre raisonnable d'unités relativement homogènes peut diminuer le nombre de parcelles requises pour la mesure, la surveillance et l'estimation. En général, les coûts augmenteront avec le nombre de bassins à surveiller, la fréquence de la surveillance, le niveau de précision recherché, et la complexité des méthodes de surveillance. La fréquence de la surveillance nécessaire pour la détection des variations est liée au taux et à l'ampleur de la variation : plus la variation prévue est faible, plus le risque qu'une surveillance fréquente ne détecte pas de variation significative est élevé. En d'autres termes, la fréquence de la surveillance devra être déterminée par l'ampleur de la variation prévue — une surveillance plus fréquente est applicable si l'ampleur de la variation prévue est élevée.

On doit également surveiller la performance globale du site du projet pour démontrer que le projet a atteint ses objectifs initiaux (par exemple, que le projet a permis d'obtenir la superficie totale de plantations prévue). À elle seule, la mesure du carbone sur des parcelles d'échantillonnage ne permettra pas cette surveillance, et d'autres mesures seront nécessaires à cette fin.

Des mesures pratiques pour la conception et la mise en œuvre d'un plan de mesure et de surveillance du carbone sont présentées ci-dessous, ainsi que des méthodes pour divers bassins de carbone. Toutes les méthodes décrites associent des données par défaut, des mesures de terrain, et des modèles, et représentent donc des méthodologies à plusieurs niveaux.

⁶⁵ Selon le paragraphe 53 de l'Annexe au projet de décision -/CMP.1 (Article 12), les participants au projet relevant de l'Article 12 sont tenus d'inclure le plan de surveillance qui prévoit la collecte et l'archivage de toutes les données pertinentes nécessaires pour estimer ou mesurer les émissions anthropiques par les sources de gaz à effet de serre ou les absorptions par les puits de gaz à effet de serre intervenant à l'intérieur du périmètre du projet, cf. document FCCC/CP/2001/13/Add.2, p.38.

Les mesures pratiques recommandées pour la conception et la mise en œuvre d'un plan de mesure, de surveillance et d'estimation des variations des stocks de carbone et des émissions de gaz à effet de serre sans CO₂ sont les suivantes⁶⁶ :

- Développement du niveau de référence.
- Stratification de la zone du projet.
- Identification des bassins de carbone et des gaz à effet de serre sans CO₂ appropriés (actuellement, ceci ne s'applique qu'à l'Article 6 ; les bassins à inclure dans l'Article 12 sont à l'étude auprès du SBSTA).
- Conception du cadre d'échantillonnage.
- Identification des méthodes (pratiques et modèles) pour la surveillance des bassins de carbone et des gaz à effet de serre sans CO₂.
- Développement du plan de surveillance, y compris du plan d'assurance de la qualité/contrôle de la qualité.

Chacune de ces mesures est examinée plus en détail ci-après.

4.3.3.1 NIVEAU DE REFERENCE

Le niveau de référence pour un projet relevant de l'Article 6 est le scénario qui représente raisonnablement les émissions anthropiques par des sources et les absorptions anthropiques par des puits de gaz à effet de serre qui se produiraient en l'absence du projet proposé. Il est donc nécessaire d'évaluer les émissions et absorptions potentielles de gaz à effet de serre d'une façon en accord avec le projet. Pour l'Article 12, des questions liées à la définition, aux bassins, gaz et activités à inclure dans le niveau de référence, les critères d'établissement du niveau de référence et les choix d'une méthodologie pour le niveau de référence sont à l'étude auprès du SBSTA.

Les variations des stocks de carbone dans les bassins pertinents et les émissions de gaz à effet de serre sans CO₂ associées au projet doivent être mesurées et surveillées, puis comparées à celles du niveau de référence du projet. On tiendra compte des deux points suivants :

- On doit estimer les bassins de carbone pertinents et les émissions de gaz à effet de serre sans CO₂ avant le début de l'activité de projet. De préférence, cette estimation devra être basée sur des mesures effectuées sur le site sur lequel le projet sera établi. On peut estimer les stocks de carbone et les émissions de gaz à effet de serre sans CO₂, par d'autres moyens, y compris, par exemple, par des mesures sur des sites que l'on juge similaires à l'état initial du site du projet (c'est-à-dire des sites avec des types de sols, une couverture végétale et un historique d'utilisation des terres similaires). On peut également utiliser des modèles de simulation calibrés en fonction des conditions locales.
- On effectuera une prévision⁶⁷ des stocks de carbone des bassins de carbone pertinents et des émissions de gaz à effet de serre sans CO₂ dans la zone du projet pour estimer leur trajectoire en l'absence de l'activité de projet. Cette prévision des stocks de carbone et des émissions de gaz à effet de serre sans CO₂ dans la zone de projet peut être effectuée, à l'aide de l'une ou des deux méthodes suivantes :
 - Modèles de simulations examinés par des tiers (CO2fix —Mäsera *et al.*, 2003 ; CENTURY—Parton *et al.*, 1987 ; ou un modèle établi localement, par exemple). Ces modèles prédisent les variations des stocks de carbone des composants qui seront mesurés dans le cadre du projet pour chaque catégorie d'utilisation des terres dans le temps, ainsi que, dans certains cas, des émissions de gaz à effet de serre sans CO₂ du projet. Il est recommandé d'utiliser ces modèles afin de simuler les variations des stocks de carbone choisis et les émissions de gaz à effet de serre sans CO₂ en l'absence d'activité de projet au début du projet.
 - Zones de contrôle dans lesquelles les bassins de carbone choisis et les gaz à effet de serre sans CO₂ sont mesurés et surveillés dans le temps. Les données provenant des zones de contrôle peuvent aussi être utilisées avec les modèles indiqués ci-dessus pour améliorer les résultats de la simulation.

⁶⁶ Pour l'Article 12, on reconnaît que les fuites sont un élément supplémentaire du plan de surveillance ; cependant, elles ne sont pas examinées ici en raison des travaux en cours du SBSTA. Pour l'Article 6, les fuites à l'extérieur du périmètre du projet sont moins problématiques car elles seront prises en compte dans les inventaires nationaux des gaz à effet de serre (Brown *et al.*, 2000b).

⁶⁷ La prévision peut nécessiter l'examen de facteurs socio-économiques et autres qui ne sont pas couverts par les recommandations relatives aux inventaires présentées dans l'Appendice B du projet de décision -/CMP.1 (Article 6) (cf. document FCCC/CP/2001/13/Add.2, p.18), et (pour les projets qui ne sont pas liés au secteur UTCATF) à la section G du projet de décision -/CMP.1 (Article 12) relative au MDP (cf. document FCCC/CP/2001/13/Add.2, pp.36-37). Des dispositions pour les prévisions de référence UTCATF devraient être convenues à la CDP10.

4.3.3.2 STRATIFICATION DES DONNEES DU PROJET⁶⁸

Au début du projet, les *bonnes pratiques* consistent à collecter des informations et données générales sur les principales caractéristiques biophysiques et socio-économiques de la zone du projet. Ces informations et données peuvent inclure, par exemple, l'historique d'utilisation des terres, des cartes des sols, des données sur la végétation et la topographie ; et sur la propriété foncière. Conformément aux *bonnes pratiques*, les terres qui seront utilisées pour le projet seront géo-référencées. Un système d'informations géographiques (SIG) pourra être utile pour intégrer les données provenant de plusieurs sources, qui peuvent être ensuite utilisées pour identifier et stratifier la zone du projet en unités plus ou moins homogènes.

Les *bonnes pratiques* consistent à stratifier la zone du projet (population étudiée) en sous-populations ou strates formant des unités relativement homogènes, si le projet n'est pas homogène. Cette stratification peut être antérieure à la mise en œuvre du plan de mesure et de surveillance (pré-stratification) ou postérieure (post-stratification) (voir également Section 5.3.3). La post-stratification définit les strates utilisant des données auxiliaires après les mesures de terrain.

La stratification de la zone du projet peut améliorer l'exactitude et la précision des mesures et de la surveillance de façon rentable. La taille et la distribution spatiale d'un projet sont sans effets à ce stade – un grand bloc de terres adjacentes ou un grand nombre de petites parcelles représentent la population étudiée et sont stratifiés de la même façon. En général, la stratification diminue les coûts des mesures et de la surveillance car elle réduit l'échantillonnage nécessaire pour obtenir un niveau de confiance donné en raison d'une variance plus faible pour chaque strate que pour la zone du projet. La stratification devra être effectuée à l'aide de critères directement liés aux variables à mesurer et surveiller ; par exemple, les variations des stocks de carbone des arbres pour le boisement, ou des sols pour la gestion des terres cultivées.

Pour la pré-stratification d'un projet de boisement/reboisement, les strates peuvent être définies sur la base d'une ou plusieurs variables telles que les espèces arborées à planter (s'il y en a plusieurs), la catégorie d'âge (en raison de délais de mise en œuvre des programmes de plantations), la végétation initiale (défrichage total ou partiel avec arbres disséminés), et/ou des caractéristiques du site (type de sols, altitude, inclinaison, etc.). Dans le cas de certains projets de boisement/reboisement, le site du projet peut sembler être homogène à tous points de vue. Mais après la première activité de surveillance, on peut s'apercevoir que les variations des stocks de carbone sont extrêmement variables et, après une autre analyse, constater que les mesures peuvent être groupées par catégories similaires, c'est-à-dire être post-stratifiées.

Il y a interaction entre le nombre de strates et l'intensité d'échantillonnage. On recherche un équilibre entre le nombre de strates identifiées par rapport au nombre total de parcelles nécessaires pour l'échantillonnage correct de chaque strate. Il n'y a pas de règle absolue et les responsables des projets devront faire appel à leur expertise pour décider du nombre de strates à inclure.

4.3.3.3 CHOIX DES BASSINS DE CARBONE ET DES GAZ A EFFET DE SERRE SANS CO₂⁶⁹

Les principaux bassins de carbone des projets UTCATF sont : la biomasse aérienne, la biomasse souterraine, la litière, le bois mort, et le carbone organique des sols, et ceux-ci peuvent être sub-divisés (Tableau 4.3.1 ; voir également le Chapitre 3 et le Glossaire). Les principaux gaz à effet de serre sans CO₂ des projets UTCATF sont N₂O et CH₄. Une matrice décisionnelle pour divers types de projets UTCATF, illustrant les choix possibles des bassins de carbone pour la mesure et la surveillance, est représentée au Tableau 4.3.1.

Le choix des bassins à mesurer et surveiller conformément à des règles convenues⁷⁰ dépendra probablement de plusieurs facteurs, dont le taux de variation, l'ampleur et le sens prévus de la variation, l'existence et l'exactitude de méthodes de quantification de la variation, et les coûts des mesures. On pourrait stipuler que tous les bassins pour lesquels on prévoit une diminution à la suite d'activités de projets doivent être mesurés et surveillés, ou bien que les bassins pour lesquels on prévoit une augmentation ne devront pas être mesurés ou surveillés. En pratique, cette seconde possibilité pourrait être choisie si les coûts de surveillance sont élevés par rapport à l'augmentation prévue des stocks de carbone (comme, par exemple, pour la végétation herbacée du sous-étage dans un projet de boisement/ reboisement).

⁶⁸ Voir Chapitre 5, Section 5.3.3.1 pour une analyse supplémentaire de la stratification.

⁶⁹ Le paragraphe 21 de l'Annexe du projet de décision -/CMP.1, Utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie, précise : « Une Partie peut choisir de ne pas comptabiliser un réservoir donné au cours d'une période d'engagement, si elle communique des informations transparentes et vérifiables établissant que le réservoir en question n'est pas une source » (cf. document FCCC/CP/2001/13/Add.1, p. 62). L'analyse dans cette section renvoie à l'Article 6, et peut aussi s'appliquer à l'Article 12, selon les décisions qui seront prises par le SBSTA.

⁷⁰ Pour les projets relevant de l'Article 6, voir le paragraphe 21 de l'Annexe du projet de décision -/CMP.1, Utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie, cf. document FCCC/CP/2001/13/Add.1, p. 62 ; les règles pour les projets relevant de l'Article 12 doivent être adoptées à la CDP9.

TABLEAU 4.3.1						
MATRICE DECISIONNELLE ILLUSTRANT LES CRITERES DE CHOIX DES BASSINS A MESURER ET SURVEILLER DANS LES PROJETS UTCATF (POUR L'EXPLICATION DES LETTRES ET CHIFFRES DU TABLEAU, VOIR AU BAS DU TABLEAU)						
Type de projet	Bassins de carbone					
	Biomasse vivante			Matière organique morte		Carbone organique des sols
	Aérienne : arborée	Aérienne : non arborée	Souterraine	Litière	Bois mort	
Boisement/reboisement	O1	P2	O3	P4	P4	P5
Gestion des forêts	O1	P2	O3	P4	O4	P5
Gestion des terres cultivées	P1	P2	P3	P4	N	O5
Gestion des pâturages	P1	O2	P3	P4	N	O5
Restauration du couvert végétal	P1	O2	P3	P4	P4	P5

Les lettres dans le tableau indiquent la nécessité de mesurer et surveiller les bassins de carbone :

O = Oui – la variation dans ce bassin sera probablement importante et devra être mesurée.
 N = Non – la variation sera probablement entre faible et nulle, et il ne sera pas nécessaire de mesurer ce bassin.
 P = Peut-être – la variation dans ce bassin devra peut-être être mesurée, selon le type de forêt et/ou l'intensité de la gestion du projet.

Les chiffres du tableau indiquent les méthodes de mesure et de surveillance des bassins de carbone :

1 = Utiliser la méthode pour la biomasse aérienne arborée de la Section 4.3.3.5.1.
 2 = Utiliser la méthode pour la biomasse aérienne non arborée de la Section 4.3.3.5.1.
 3 = Utiliser la méthode pour la biomasse souterraine de la Section 4.3.3.5.2.
 4 = Utiliser la méthode pour la litière et le bois mort de la Section 4.3.3.5.3.
 5 = Utiliser la méthode pour les sols de la Section 4.3.3.5.4.

Source : modification de Brown *et al.*, 2000b.

Les variations des émissions de gaz à effet de serre sans CO₂ peuvent résulter de toutes les activités de projets relevant de l'Article 6 ; les sources des gaz à effet de serre sans CO₂ sont la combustion de la biomasse, la combustion des combustibles fossiles, et les sols (voir Encadrés 4.3.1–4.3.4). De plus, les changements de la gestion des pâturages en vue d'augmenter le carbone des sols, par exemple, peuvent aussi modifier les émissions de gaz à effet de serre sans CO₂ imputables à la production de bétail (Sampson et Scholes, 2000). Aux termes de l'Article 12, les activités de boisement/reboisement peuvent aussi changer les émissions de gaz à effet de serre sans CO₂ à la suite de pratiques telles que celles indiquées dans l'Encadré 4.3.1 (voir aussi Section 4.3.3.6).

4.3.3.4 CONCEPTION DE L'ÉCHANTILLONNAGE

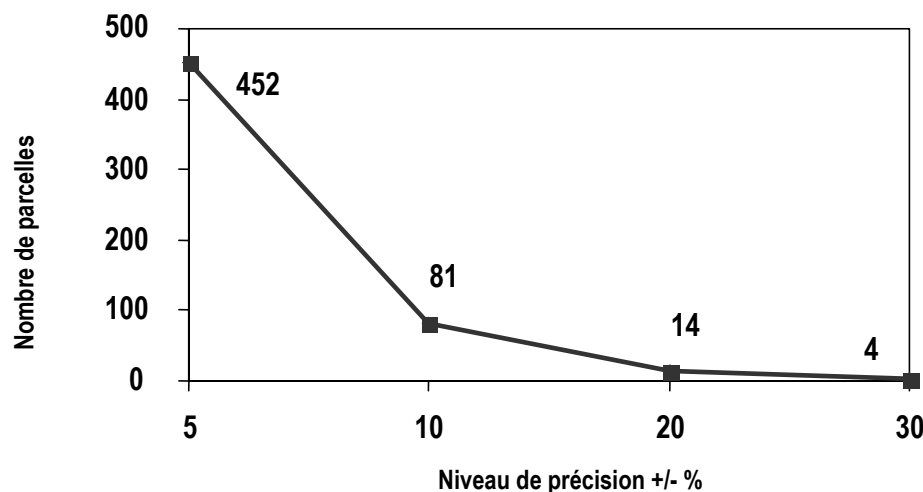
Une analyse détaillée de questions générales relatives à la conception de l'échantillonnage figure à la Section 5.3. Dans le cas de projets UTCATF, on pourrait utiliser des parcelles d'échantillonnage permanentes ou temporaires pour un échantillonnage dans le temps afin d'estimer les variations dans les bassins de carbone et les gaz à effet de serre sans CO₂. Les deux types d'échantillonnage présentent des avantages et des inconvénients. Normalement, les parcelles d'échantillonnage permanentes sont jugées plus efficaces statistiquement pour l'estimation des variations des stocks de carbone des forêts que les parcelles temporaires, en raison de la co-variance élevée entre les observations d'échantillonnages successifs (Avery et Burkhart, 1983). Les parcelles permanentes ont un inconvénient, à savoir que leur emplacement peut être connu et qu'elles peuvent être traitées différemment (par exemple, application d'engrais, irrigation, etc. pour augmenter les stocks de carbone), ou être détruites par des perturbations pendant le projet. Les parcelles temporaires ont l'avantage de pouvoir être établies plus économiquement pour l'estimation des stocks de carbone des bassins pertinents ; leur emplacement peut être changé après chaque intervalle d'échantillonnage, et elles ne risquent pas d'être détruites par les perturbations. Leur principal inconvénient est lié à la précision de l'estimation des variations des stocks de carbone des forêts. Étant donné qu'il n'y a pas de suivi des arbres individuels (voir Clark *et al.*, 2000, pour une analyse plus complète), il n'y a pas de terme de co-variance et il sera plus difficile d'atteindre le niveau de précision souhaité sans mesurer d'autres parcelles. Par conséquent, tout avantage économique lié à l'utilisation de parcelles temporaires peut être annulé par la nécessité d'établir un plus grand nombre de parcelles pour obtenir la précision recherchée. Pour des projets autres que des projets forestiers, avec mesure et surveillance des variations des stocks de carbone de la végétation herbacée ou des sols, on peut utiliser des parcelles temporaires, car l'avantage statistique des parcelles permanentes (co-variance élevée) n'entre pas en jeu (voir Section 4.3.3.4.1).

4.3.3.4.1 NOMBRE ET TYPE DE PARCELLES D'ÉCHANTILLONNAGE

Les *bonnes pratiques* consistent à définir la taille de l'échantillon pour la mesure et la surveillance dans chaque strate à partir de la variance estimée des stocks de carbone dans chaque strate et du rapport de la superficie de la strate et de la superficie totale du projet. En général, pour estimer le nombre de parcelles nécessaires à la mesure et à la surveillance, à un niveau donné de confiance, on doit d'abord obtenir une estimation de la variance de la variable (par exemple, les stocks de carbone des bassins principaux—arbres dans un projet de boisement/reboisement ou sols dans un projet de gestion des terres cultivées) pour chaque strate. On peut le faire à l'aide des données existantes sur le type de projet à mettre en œuvre (un inventaire forestier ou des sols dans une zone représentative du projet proposé, par exemple) ou par des mesures dans une zone existante représentant le projet proposé. Dans le cas, par exemple, d'un projet de boisement/reboisement de terres agricoles, qui doit durer vingt ans, la mesure des stocks de carbone des arbres de 10 à 15 parcelles (pour les dimensions des parcelles, voir la Section 4.3.3.4.2) d'une forêt existante âgée de vingt ans pourrait suffire. Si la zone du projet comprend plusieurs strates, cette procédure doit être répétée pour chacune d'elles. Ces mesures fourniront des estimations de la variance pour chaque strate.

On peut calculer la taille de l'échantillon (nombre de parcelles d'échantillonnage) si on connaît l'estimation de variance pour chaque strate, la superficie de chaque strate, le niveau de précision recherché (basé uniquement sur une erreur d'échantillonnage), et l'erreur d'estimation (voir Section 5.3.6.2 ; Freese, 1962 ; MacDicken, 1997 ; Schlegel *et al.*, 2001 ; Segura et Kanninen, 2002). Ces sources présentent des méthodes et des équations qui permettent de calculer le nombre de parcelles d'échantillonnage dans chaque strate, en tenant compte de la variance, de la superficie de chaque strate et de la précision recherchée, à un niveau de confiance donné. La Figure 4.3.1 illustre les liens entre le niveau de précision recherché et le nombre de parcelles d'échantillonnage (en tenant compte de la variance et de la superficie des six strates présentes dans cette forêt) et montre que pour atteindre des niveaux de précision plus élevés (exprimés sous forme de plus/moins un pourcentage donné de la moyenne avec une confiance de 95 pour cent), on doit utiliser un nombre croissant de parcelles. Il est aussi recommandé d'établir 10 pour cent de plus que le nombre de parcelles calculées pour prendre en compte les événements imprévus qui pourraient empêcher de changer l'emplacement de toutes les parcelles dans l'avenir.

Figure 4.3.1 Un exemple du lien entre le nombre de parcelles et le niveau de précision (+/- pour cent des stocks de carbone totaux de la biomasse vivante et morte, avec une confiance de 95 pour cent) pour toutes les strates combinées, pour une forêt tropicale complexe en Bolivie (Projet pilote Noel Kempff) ; le projet comprenait 6 strates et 625 parcelles ont été établies (données figurant dans Boscolo *et al.*, 2000, et Brown *et al.*, 2000a).



L'expérience montre que dans le secteur UTCATF, on peut estimer les stocks de carbone et la variation des stocks de carbone des forêts complexes à des niveaux de précision de l'ordre de ± 10 pour cent de la moyenne, avec une confiance de 95 pour cent, pour des coûts modestes (Brown, 2002 ; http://www.winrock.org/REEP/NoelKmpff_rpt.html). En général, les inventaires forestiers nationaux et régionaux utilisés pour évaluer les stocks de bois d'œuvre sur pied visent à des niveaux de précision inférieurs à 10 pour cent de la moyenne (voir GIEC, 2000b).

La procédure décrite au paragraphe précédent donne une estimation du nombre de parcelles pour divers niveaux de précision, basée uniquement sur l'erreur d'échantillonnage. D'autres sources d'erreur sont associées à l'estimation des stocks de carbone, par exemple, les erreurs dues à l'utilisation d'équations allométriques (erreur de modèle) et dues aux mesures de terrain et de laboratoire (erreur de mesures). En général, l'erreur d'échantillonnage est la

source d'erreur principale et on peut lui imputer jusqu'à 80 pour cent de l'erreur totale (Phillips *et al.*, 2000). Voir la Section 5.3.6.3 pour des informations plus détaillées sur la prise en compte d'autres sources d'erreur.

Dans le cas de l'utilisation de parcelles d'échantillonnage permanentes pour la surveillance des variations des stocks de carbone dans le temps, les *bonnes pratiques* consistent à les établir systématiquement (sur une grille uniforme, par exemple) avec un point de départ aléatoire, en particulier dans le cas d'un échantillonnage stratifié. Le but est d'éviter un choix subjectif des emplacements des parcelles (centres des parcelles, points de référence des parcelles, déplacement des centres des parcelles vers des emplacements plus « pratiques »). Pour cela, sur le terrain, on utilise souvent un SIG. Des parcelles d'échantillonnage permanentes peuvent aussi être situées sur des superficies de contrôle (c'est-à-dire des superficies adjacentes à une zone de projet, et présentant des caractéristiques biophysiques similaires) si on prévoit le changement probable du cas de référence dans le temps (terres agricoles abandonnées, par exemple).

Pour les projets dans lesquels les plantations d'arbres peuvent se poursuivre pendant plusieurs années, les *bonnes pratiques* consistent à mesurer et surveiller les stocks de carbone et les gaz à effet de serre sans CO₂ dans des cohortes de classes d'âge (un groupe d'arbres du même âge), en considérant chaque classe de cohorte comme une population. Il est recommandé de ne pas combiner plus de deux ou trois classes d'âge dans une classe de cohorte.

Au besoin, on peut mesurer les stocks de carbone et les gaz à effet de serre sans CO₂ dans des parcelles de référence. Dans ce cas, on devra utiliser le même nombre de parcelles que dans le cas des parcelles utilisées pour le projet pour assurer le niveau de précision recherché lors de la comparaison du projet et du niveau de référence.

Estimation des variations temporelles des stocks de carbone à partir des données des parcelles

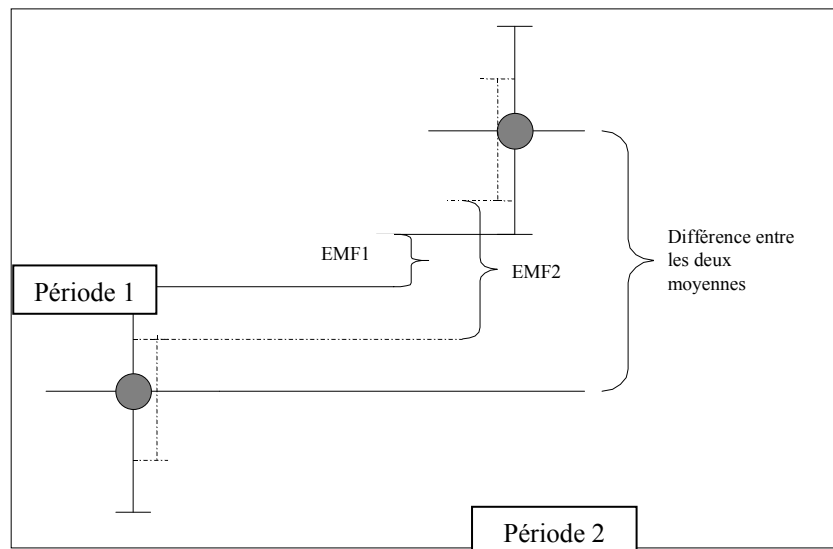
Un élément clé d'un projet est la mesure, la surveillance et l'estimation de la quantité de carbone qui s'accumule dans la zone du projet pendant la durée du projet et pendant des périodes séparées. Ceci requiert l'estimation des variations temporelles des stocks de carbone. On peut obtenir des prévisions de la quantité de carbone accumulée en combinant des mesures de terrain et des données obtenues par simulation. Cependant, si on utilise des modèles, ceux-ci doivent être validés à l'aide de mesures de terrain et, au besoin, recalibrés.

Pour la surveillance des forêts à l'aide de parcelles d'échantillonnage permanentes, conformément aux *bonnes pratiques*, on mesurera la croissance des arbres individuels à chaque intervalle temporel, en suivant la croissance des arbres survivants, la mortalité, et la croissance des nouveaux arbres (développement). On estime ensuite les variations des stocks de carbone pour chaque arbre, avec somme par parcelle. Les variations des stocks de carbone de la matière organique morte sont aussi mesurées par parcelle et ajoutées à celles des arbres. On effectue ensuite des analyses statistiques de l'accumulation nette du carbone dans la biomasse par parcelle. Comme indiqué précédemment, étant donné que ces parcelles font l'objet de mesures répétées des mêmes composants, le terme de covariance dans l'analyse statistique sera élevé et l'incertitude des estimations des variations devra être dans les limites du niveau ciblé par la conception de l'échantillonnage.

Pour les sols ou la végétation non forestière (terres cultivées, pâturages, etc.), contrairement à la procédure décrite pour les forêts, on ne peut pas surveiller le même échantillon de sol ou de végétation dans le temps. Pour chaque collecte d'échantillon, l'unité échantillonnée (sol ou végétal) est détruite pour l'analyse de ses composants. De plus, en raison du risque de variabilité élevée pour les échantillons, même à des petites échelles spatiales, on ne peut pas utiliser avec fiabilité le concept statistique d'échantillons appariés, même si ces échantillons sont collectés à quelques centimètres de distance les uns des autres. Par conséquent, le meilleur moyen de quantifier les variations de la teneur de carbone moyenne entre deux bassins échantillons temporellement séparés consiste à comparer les moyennes, à l'aide, par exemple, de la méthode d'Estimation minimum fiable (EMF) (Dawkins, 1957), ou en calculant directement la différence entre les moyennes et les limites de confiance associées (Sokal et Rohlf, 1995). (L'analyse suivante utilise des sols comme exemple, mais pourrait s'appliquer aussi bien à la végétation pour des projets de gestion des terres cultivées et des pâturages.)

L'objectif est d'estimer le nombre de parcelles nécessaires pour calculer la variation *minimum* des stocks de carbone moyens, avec une confiance de 95 pour cent, qui s'est produite entre deux activités de surveillance, plutôt que d'estimer le nombre de parcelles nécessaires pour montrer que les deux moyennes sont significativement différentes l'une de l'autre. Pour la méthode EMF (Figure 4.3.2), on combine les résultats de la surveillance des parcelles pour calculer une moyenne pour la population échantillon au Point temporel 1 et au Point temporel 2. On estime les variations du carbone des sols en soustrayant l'estimation maximum de la moyenne de population au Point temporel 1 (moyenne au Point temporel 1 plus moitié de l'intervalle de confiance de 95 pour cent au Point temporel 1) de l'estimation moyenne minimum au Point temporel 2 (moyenne au Point temporel 2 moins moitié de l'intervalle de confiance de 95 pour cent au Point temporel 2). La différence obtenue représente, avec une confiance de 95 pour cent, la variation minimum fiable du carbone des sols moyen entre le Point temporel 1 et le Point temporel 2 (Figure 4.3.2).

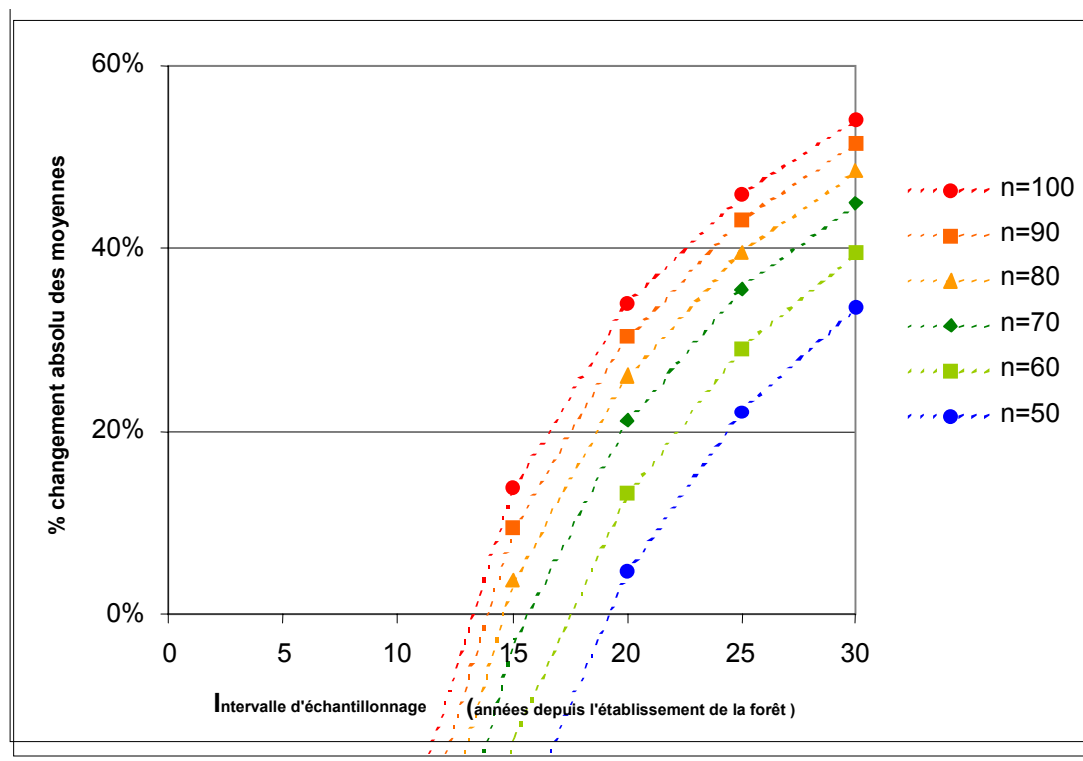
Figure 4.3.2 Illustration du lien entre l'importance de l'Estimation minimum fiable (EMF) entre les périodes d'échantillonnage aux Point temporel 1 et Point temporel 2 et l'intervalle de confiance de 95 pour cent (lignes pleines et hachurées) autour de la teneur en carbone des sols moyenne (cercle ombré). L'intervalle de confiance est une fonction de l'erreur type, définie comme le rapport entre l'écart type et la racine carrée de la taille d'échantillon. Plus la taille d'échantillon est grande, plus l'intervalle de confiance de 95 pour cent est petit. D'où, EMF1 est plus petit que EMF2 en raison du nombre moins élevé d'échantillons.



Il convient de tenir compte de l'intensité de l'échantillonnage (le nombre d'échantillons de sols) et de la fréquence de l'échantillonnage lorsqu'on essaie d'estimer les variations temporelles du carbone des sols. On peut exprimer l'estimation de la variation minimum des stocks de carbone des sols entre deux moyennes, à un niveau de confiance donné, sous forme de pourcentage de la différence absolue entre les moyennes. On peut obtenir une estimation ciblée (80 pour cent de la différence absolue entre les moyennes, par exemple), ou une ampleur ciblée de la variation du carbone des sols (qui ne doit pas dépasser la différence absolue entre les moyennes) en ajustant l'intensité de l'échantillonnage, la fréquence de l'échantillonnage, ou une combinaison des deux (Figure 4.3.3).

En général, l'augmentation du nombre d'échantillons de sols réduit l'erreur type pour des moyennes séparées temporellement, et permet de mieux distinguer les variations qui se produisent (Figure 4.3.3). Étant donné que des niveaux de variabilité élevés du carbone pour les unités échantillon sont caractéristiques des sols (coefficient de variation de l'ordre 30 pour cent), une intensité d'échantillonnage élevée est souvent nécessaire pour pouvoir détecter une variation. La détection de la variation dépend également de l'ampleur de la variation elle-même, et, ceci ayant une dépendance temporelle, on doit étudier la fréquence de l'échantillonnage. L'augmentation de l'intervalle entre les échantillonnages devrait augmenter l'ampleur de la variation qui se produit, en supposant que la variance autour des moyennes est inchangée. Il y a donc augmentation du pourcentage et de l'ampleur de la variation absolue estimée (Figure 4.3.3). Il s'agit là d'un point important, en ceci que les petites variations prévues, avec des intervalles d'échantillonnage courts, peuvent être indétectables, même avec une intensité d'échantillonnage élevée. On peut supposer un taux d'accumulation du carbone des sols, et concevoir des intervalles d'échantillonnage afin d'obtenir une estimation ciblée de la variation minimum du carbone des sols. Les *bonnes pratiques* consistent à estimer le nombre de parcelles et l'intervalle d'échantillonnage nécessaires, basé sur la variabilité des stocks de carbone et la supposition du taux d'accumulation du carbone. Pour des informations plus détaillées sur la méthode d'estimation de la taille de l'échantillon pour l'échantillonnage des sols, se reporter à la méthode EMF décrite dans MacDicken (1997), ou adapter le calcul de la Différence minimum détectable (Zar, 1996) pour la taille d'échantillon pour une différence ciblée des moyennes.

Figure 4.3.3 Exemple montrant comment la variation absolue en pourcentage de carbone moyen des sols (avec une confiance de 95 pour cent) pour un projet de boisement varie par rapport à l'intervalle d'échantillonnage et la taille de l'échantillon (n), en supposant un coefficient de variation constant (30 pour cent), un taux annuel d'accumulation du carbone des sols constant de 0,5 tonnes par hectare et par an, et une quantité initiale de carbone des sols de 50 tonnes par hectare (provenant de données non publiées).



4.3.3.4.2 FORME ET TAILLE DE LA PARCELLE

Les types de parcelles utilisées dans les inventaires forestiers et végétaux incluent : les parcelles à superficie fixe qui peuvent être emboîtées ou groupées, les parcelles à rayon variable ou parcelles d'échantillonnage ponctuel (parcelles circulaires à rayon variable ou parcelles au rélascope, par exemple), ou les transects. Il est recommandé d'utiliser des parcelles d'échantillonnage emboîtées permanentes contenant des unités secondaires plus petites de formes et tailles diverses, en fonction des variables à mesurer. Pour un projet de boisement/reboisement, par exemple, on pourrait mesurer les arbrisseaux dans une petite parcelle circulaire ; les arbres entre 2,5 et 50 cm de diamètre à hauteur de poitrine (dhp) pourraient être mesurés dans une parcelle circulaire moyenne ; les arbres de plus de 50 cm de dhp pourraient être mesurés dans une grande parcelle circulaire, et le sous-étage et la litière pourraient être mesurés dans quatre petites parcelles carrées ou circulaires situées dans chaque quadrant de la parcelle d'échantillonnage. Les limites du rayon et du diamètre pour chaque parcelle circulaire devraient être adaptées aux conditions locales et à la taille prévue des arbres dans le temps.

La taille de la parcelle d'échantillonnage est un compromis entre l'exactitude, la précision et la durée (coût) des mesures. Elle dépend aussi du nombre d'arbres, de leur diamètre et des disparités entre les stocks de carbone des parcelles. La parcelle devra être assez grande pour contenir un nombre d'arbres suffisant pour les mesures. En général, on recommande l'utilisation d'une seule parcelle entre 100 m² (pour un peuplement dense de 1 000 arbres/ha ou plus) et 600 m² (pour un peuplement peu dense d'arbres polyvalents) pour une superficie à peuplements de taille uniforme. Pour les projets où l'on prévoit une forêt de taille non uniforme (résultant, par exemple, de la plantation et de la restauration naturelle du couvert forestier), on recommande l'utilisation de parcelles emboîtées, ou même de groupes de parcelles emboîtées, en fonction des caractéristiques de la forêt. Le choix de parcelles circulaires ou rectangulaires dépend des conditions locales. Dans certains cas (rangées d'arbres brise-vent ou pour la stabilisation des dunes, par exemple), un certain nombre de transects peuvent être la méthode d'échantillonnage la plus appropriée ; le nombre de transects nécessaires devra être basé sur la variance, comme décrit plus haut.

4.3.3.5 MESURES DE TERRAIN ET ANALYSE DES DONNEES POUR L'ESTIMATION DES STOCKS DE CARBONE

Les *bonnes pratiques* consistent à utiliser des techniques standard pour les mesures de terrain de la végétation et des sols. Des informations détaillées sur ces techniques figurent dans MacDicken (1997) et Schlegel *et al.* (2001), entre autres. Toute méthode conforme aux *bonnes pratiques* qui nécessite des mesures de terrain devra être accompagnée d'un plan officiel de contrôle de la qualité (voir Section 4.3.4). La présente section est axée sur ce qui constitue des *bonnes pratiques* pour la mise en œuvre des mesures et leur analyse pour l'estimation des stocks de carbone.

Pour les mesures de terrain des bassins de carbone, l'unité d'échantillonnage recommandée est une parcelle d'échantillonnage permanente, à sous-parcelles emboîtées à rayon fixe (voir ci-dessus). La zone du projet devra être stratifiée comme décrit à la Section 4.3.3.2, et on devra calculer le nombre de parcelles d'échantillonnage à établir pour chaque strate.

Toutes les données sur la biomasse obtenues par des mesures de terrain doivent être exprimées à l'état sec, et converties en carbone par multiplication des valeurs à l'état sec par la fraction de carbone de la biomasse sèche. Cette valeur varie légèrement selon les espèces et les composants de la biomasse étudiée (tronc, branches, racines, végétation de sous-étage, etc.) (voir le Chapitre 3, Section 3.2). Une valeur de 0,50 pour la conversion est l'approximation recommandée dans les *Lignes directrices du GIEC*, et devra être appliquée en l'absence de valeurs locales.

4.3.3.5.1 BIOMASSE AERIENNE

Arbres

Il existe deux méthodes d'estimation de la biomasse arborée aérienne : une méthode directe utilisant des équations allométriques, et une méthode indirecte utilisant des facteurs d'expansion de la biomasse. Pour les projets UTCATF, les *bonnes pratiques* consistent à utiliser la méthode directe avec des parcelles d'échantillonnage permanentes pour estimer les stocks de carbone des arbres. La méthode indirecte est souvent employée avec des parcelles temporaires, une pratique courante pour les inventaires forestiers. Ces méthodes sont décrites plus en détail ci-dessous.

Méthode directe

Étape 1 : On mesure le diamètre à hauteur de poitrine (dhp ; en général mesuré à 1,3 m au-dessus du sol) de tous les arbres dans les parcelles d'échantillonnage permanentes, au-dessus d'un diamètre minimum. Le dhp minimum est souvent de 5 cm, mais peut varier selon la taille des arbres prévue — en milieu aride, où la croissance des arbres est lente, le dhp minimum peut être seulement de 2,5 cm, alors qu'en milieu humide, où la croissance des arbres est rapide, il peut être de 10 cm.

Pour des projets de boisement/reboisement, il y aura probablement prédominance des petits arbres (arbrisseaux dont le dhp est inférieur au diamètre minimum, mais plus grands que la hauteur de poitrine, par exemple) au cours des phases initiales de l'établissement. On pourra les inclure facilement en les dénombant par sous-parcelle.

Étape 2 : On estime la biomasse et les stocks de carbone en appliquant des équations allométriques appropriées aux mesures des arbres obtenues à l'Étape 1. Il existe un grand nombre d'équations allométriques multi-espèces pour les espèces forestières tempérées et tropicales naturelles (Araújo *et al.*, 1999 ; Brown, 1997 ; Schroeder *et al.*, 1997 ; Pérez et Kanninen, 2002 et 2003 ; Tableaux 4.A.1 à 4.A.3 de l'Appendice 4A.2). Ces équations sont développées à l'aide de variables, individuelles ou combinées, par exemple le dhp, la densité ligneuse et la hauteur totale comme variables indépendantes, et la biomasse arborée aérienne comme variable dépendante. On trouvera d'autres descriptions relatives au développement de ces équations et à leur utilisation dans Brown (1997) et Parresol (1999).

Le diamètre minimum inclus dans la plupart des équations allométriques (Tableaux 4.A.1–4.A.3 à l'Appendice 4A.2) est inférieur au dbh minimum recommandé indiqué à l'Étape 1 ci-dessus, et on peut donc estimer la biomasse de ces petits arbres à partir des mêmes régressions allométriques. Une méthode classique consiste à estimer le dhp commun des arbrisseaux, en général la valeur centrale entre la plus petite taille observée et le diamètre minimum, à estimer la biomasse pour l'arbrisseau de ce diamètre, et à multiplier cette estimation de la biomasse par le nombre d'arbrisseaux. Si l'équation allométrique n'inclut pas d'arbres dans les catégories des petites tailles, on peut aussi estimer la biomasse aérienne en cultivant et récoltant environ dix à quinze arbrisseaux plantés à proximité de la zone du projet.

Étape 3 : Lorsqu'on utilise des équations allométriques, développées à partir d'une base de données pour l'ensemble d'un biome, comme celles de l'Appendice 4A.2, Tableaux 4.A.1 et 4.A.2, les *bonnes pratiques* consistent à vérifier l'équation par récolte destructrice de quelques arbres de tailles différentes, dans la zone du projet mais à l'extérieur des parcelles d'échantillonnage, à estimer leur biomasse, puis à comparer le résultat avec une équation choisie. Si la biomasse estimée à partir des arbres récoltés se situe dans une fourchette de +/- 10 pour cent de celle prévue par l'équation, on peut en conclure que l'équation choisie est appropriée pour le projet. Dans le cas contraire, il est recommandé de développer des équations allométriques locales qui seront utilisées pour le projet. A cet effet, on effectue une récolte destructrice d'un échantillon d'arbres de tailles différentes, et on estime la biomasse aérienne totale. Le nombre d'arbres à récolter et mesurer dépend de la plage des catégories de tailles et du nombre d'espèces : plus l'hétérogénéité est élevée, plus il faudra d'arbres. Si les ressources le permettent, on peut déterminer la densité ligneuse (poids spécifique) et la teneur en carbone. Enfin, on établit des équations

allométriques qui associent la biomasse à des valeurs de variables facilement mesurables, telles que le dhp et la hauteur totale. On trouvera des informations plus détaillées sur le développement d'équations allométriques locales dans Brown (1997), MacDicken (1997), Schlegel *et al.* (2001) et Segura et Kanninen (2002).

Le Tableau 4.A.1 de l'Appendice 4A.2 présente des équations allométriques générales pour l'estimation de la biomasse aérienne (kg m.s./arbre) pour différents types de forêts, avec utilisation du diamètre à hauteur de poitrine comme variable indépendante. Ces équations sont basées sur une base de données multi-espèces contenant des données sur la biomasse de plus de 450 espèces individuelles.

Diverses espèces de palmiers sont courantes dans nombre de régions tropicales, dans les forêts restaurées comme sur les anciens pâturages. Le Tableau 4.A.2 (Appendice 4A.2) présente certaines équations allométriques pour l'estimation de la biomasse aérienne de plusieurs espèces de palmiers fréquentes en Amérique tropicale. Il n'y a pas de liens étroits entre la biomasse des palmiers et leur dhp, et on utilise seulement la hauteur comme variable indépendante.

Le Tableau 4.A.3 (Appendice 4A.2) présente des exemples d'équations allométriques pour des espèces individuelles fréquentes dans les tropiques. Cependant, comme indiqué précédemment, tout projet devra évaluer l'applicabilité d'équations allométriques particulières aux conditions locales. Ceci sera particulièrement important dans le cas de cultures d'espèces mixtes. Sinon, conformément aux *bonnes pratiques*, on validera les équations existantes à l'aide de données collectées sur le site du projet ou on développera des équations allométriques locales basées sur des mesures de terrain.

Méthode indirecte

Un autre méthode d'estimation de la biomasse aérienne des forêts, en particulier des plantations commerciales, consiste à baser cette estimation sur le volume du composant commercial⁷¹ de l'arbre, pour lequel on dispose souvent d'un grand nombre d'équations ou de méthodes d'estimation. La méthode indirecte est basée sur des facteurs établis au niveau du peuplement, pour des forêts à couvert fermé, et ne peut pas être utilisée pour l'estimation de la biomasse d'arbres individuels. Cette méthode peut être appliquée de deux façons :

Méthode 1 :

Étape 1 : Comme pour la méthode directe, on mesure le diamètre de tous les arbres au-dessus d'un diamètre minimum.

Étape 2 : On estime ensuite le volume du composant commercial de chaque arbre, à l'aide de méthodes ou d'équations établies localement. On fait la somme du volume pour tous les arbres, et le résultat est exprimé sous forme de volume par superficie unitaire (par exemple, m³/ha).

Méthode 2 :

Étapes 1 et 2 combinées : Certains instruments de terrain (rélascope) permettent des mesures directes du volume. A l'aide de cet instrument ou d'un autre instrument approprié, on mesure le volume de chaque arbre des parcelles. La somme pour tous les arbres est exprimée sous forme de volume par superficie unitaire.

Après estimation, le volume du composant commercial doit être converti en biomasse, et on doit ajouter des estimations pour les autres composants de l'arbre (branches, brindilles et feuilles doivent être ajoutées) Cette méthode est représentée dans l'Équation 4.3.1 (Brown, 1997 ; voir aussi la Section 3.2.1.1 sur l'utilisation des FEB et l'Appendice 3A.1, Tableau 3A.1.10) :

ÉQUATION 4.3.1
ESTIMATION DE LA BIOMASSE AERIENNE DES FORETS
 Biomasse aérienne = Volume commercial des arbres ● D ● FEB

Où : Biomasse aérienne, tonnes de matière sèche ha⁻¹

Volume commercial des arbres, m³ ha⁻¹

D = densité ligneuse moyenne pondérée par volume, tonnes de matière sèches par m³ de volume hydraté

FEB = facteur d'expansion de la biomasse (rapport de la biomasse arborée sèche aérienne et de la biomasse sèche du volume commercial), adimensionnel.

Les valeurs de la densité ligneuse des espèces les plus importantes au plan commercial peuvent être obtenues facilement (voir, par exemple, Brown, 1997 ; Fearnside, 1997 ; et l'Appendice 3A.1 Tableau 3A.1.9) ou sont relativement faciles à mesurer. La plupart des valeurs de densité publiées concernent des arbres matures ; en l'absence de valeur de densité ligneuse pour de jeunes arbres, il est recommandé d'effectuer des mesures. Le FEB est étroitement lié à la biomasse commerciale pour la plupart des types de forêts (dans ces exemples, le volume est sur écorce pour tous les arbres dont le dhp est égal ou supérieur à 10 cm), avec des valeurs généralement élevées (>4.0) à de faibles volumes, diminuant à un taux exponentiel jusqu'à une valeur faible constante (environ entre 1,3

⁷¹ Il est important de préciser si le volume est estimé sur ou sous écorce ; dans le cas d'un volume sous-écorce, le facteur d'expansion doit tenir compte de l'écorce.

et 1,8) pour des volumes importants. Il est donc incorrect d'utiliser une seule valeur pour le FEB pour tous les volumes sur pied. Il est recommandé de développer une équation de régression locale pour ce rapport ou d'utiliser les équations figurant à l'Appendice 3A.1, Tableau 3A.1.10, ou dans des sources publiées (Brown, 1997 ; Brown et Schroeder, 1999 ; Fang *et al.*, 2001). Une analyse supplémentaire de la conversion du volume commercial en biomasse est présentée à la Section 3.2.1.1 du présent rapport.

Si le calcul des FEB locaux exige un travail considérable, avec, par exemple, la récolte d'arbres, il est préférable de ne pas utiliser cette méthode, mais de consacrer les ressources au développement d'équations allométriques locales, comme indiqué pour la méthode directe précédemment. La méthode directe donne en général des estimations de la biomasse plus précises que la méthode indirecte car ses calculs ne comportent qu'une seule étape (dhp en biomasse), alors que la méthode indirecte comporte plusieurs étapes (diamètre et hauteur en volume, volume en biomasse basée sur le volume, estimation de FEB basée sur le volume, produit de trois variables en biomasse).

Végétation non arborée

La végétation non arborée, telle que les plantes herbacées, les graminées et les buissons, peut être présente dans le cadre d'un projet forestier ou de projets de gestion des terres cultivées ou des pâturages. On peut mesurer les plantes herbacées du sous-étage forestier par de simples techniques de récoltes, avec jusqu'à quatre petites sous-parcelles par parcelle permanente ou temporaire. Un petit cadre (circulaire ou carré), en général de 0,5 m² ou moins, est utilisé à cet effet. Le matériau à l'intérieur du cadre est coupé au niveau du sol, rassemblé par parcelle et pesé. Des sous-échantillons bien mélangés provenant de chaque parcelle sont ensuite séchés pour calculer les rapports de matières sèches/humides, et ces rapports permettent ensuite de convertir la totalité de l'échantillon en matières sèches. Pour les projets de gestion des terres cultivées et des pâturages, on peut utiliser la même méthode avec des parcelles temporaires, comme indiqué précédemment, car, comme indiqué plus haut, l'utilisation de parcelles permanentes ne présente pas d'avantages statistiques (Section 4.3.3.4.1).

Pour les buissons et autre végétation non arborée de grande taille, les *bonnes pratiques* consistent à mesurer la biomasse par des techniques de récolte destructrice. On établit une petite sous-parcelle selon la taille de la végétation et on récolte et mesure toute la végétation buissonneuse. Si les buissons sont de grande taille, on peut aussi développer des équations allométriques locales pour les buissons basées sur des variables telles que le couvert vertical au sol et la hauteur ou le diamètre au pied de la plante ou toute autre variable appropriée (nombres de tiges dans des buissons à tiges multiples, par exemple). Ces équations seront basées sur des régressions de la biomasse du buisson par rapport à une combinaison logique des variables indépendantes. La ou les variable(s) indépendante(s) serait (seraient) ensuite mesurée(s) dans les parcelles d'échantillonnage.

4.3.3.5.2 BIOMASSE SOUTERRAINE

Arbres

Les méthodes de mesure et d'estimation de la biomasse souterraine sont relativement bien établies. Cependant, pour la plupart des écosystèmes, la mesure et l'estimation de la biomasse souterraine (racines) sont difficiles et laborieuses et, le plus souvent, les méthodes ne sont pas normalisées (Körner, 1994 ; Kurz *et al.*, 1996 ; Cairns *et al.*, 1997 ; Li *et al.*, 2003). Une étude des publications dans ce domaine montre que les méthodes classiques incluent des colonnes de sols ou des tranchées réparties spatialement pour des racines fines ou moyennes, ainsi que des excavations partielles ou totales et/ou allométrie pour les grosses racines. En général, on ne différencie pas entre les racines mortes et vivantes, et par conséquent, la biomasse est le plus souvent exprimée en tant que biomasse totale vivante et morte.

Un examen complet des publications dans ce domaine par Cairns *et al.* (1997) a inclus plus de cent soixante études sur les forêts naturelles tropicales, tempérées et boréales pour lesquelles on dispose d'estimations de la biomasse souterraine et aérienne. Le rapport moyen biomasse sèche souterraine/aérienne calculé à partir ces études était de 0,26, avec une plage entre 0,18 (quartile inférieur 25 pour cent) et 0,30 (quartile supérieur 75 pour cent). Les rapports biomasse sèche souterraine/aérienne ne varient pas significativement avec la zone latitudinale (tropicale, tempérée, boréale), la texture des sols (fine, moyenne, grossière), ou les types d'arbres (angiosperme, gymnosperme). D'autres analyses des données ont mis en évidence une équation de régression significative de la densité de la biomasse souterraine par rapport à la biomasse aérienne après groupement de toutes les données. L'inclusion de l'âge ou de la zone latitudinale a considérablement amélioré le modèle (Cairns *et al.*, 1997). Étant donné l'absence de méthodes types et le caractère laborieux de la surveillance de la biomasse souterraine dans les forêts, les *bonnes pratiques* consistent à estimer la biomasse souterraine à partir d'estimations de la biomasse aérienne basées sur les équations au Tableau 4.A.4, Appendice 4A.2, ou à l'aide de données obtenues localement ou de modèles.

Les données utilisées pour développer les équations pour la biomasse souterraine au Tableau 4.A.4 étaient basées sur des forêts naturelles, et peuvent ne pas s'appliquer aux plantations. Ritson et Sochacki (2003) ont montré que les rapports biomasse souterraine/aérienne des plantations de *Pinus pinaster* variaient entre 1,5 et 0,25, diminuant avec l'augmentation de la taille des arbres et/ou l'âge. Pour des espèces de plantations commerciales, il existe probablement des études sur la biomasse souterraine, qui pourraient être utiles. Sinon, conformément aux *bonnes pratiques*, on utilisera une estimation pour la biomasse souterraine, en utilisant les taux moyens de biomasse souterraine/aérienne, comme ceux figurant à l'Appendice 3A.1, Tableau 3A.1.8.

Végétation non arborée

Pour les projets non forestiers (gestion des terres cultivées et des pâturages, par exemple), pour lesquels on prévoit des variations importantes de la biomasse souterraine dues à la végétation non arborée, on doit estimer les stocks de carbone du bassin de biomasse souterraine (Tableau 4.3.1). Pour la végétation non arborée, il n'est pas possible d'estimer la biomasse souterraine à partir de données sur la biomasse aérienne, et des mesures de terrain peuvent donc être nécessaires.

La mesure directe de la biomasse souterraine nécessite la collecte d'échantillons de sols, en général sous forme de colonnes de sols, de diamètre et profondeur connus, avec séparation des racines et du sol, et séchage et pesage des racines. Il est recommandé d'observer les points suivants pour mesurer directement la biomasse souterraine sur le terrain :

- La conception de l'échantillonnage doit suivre les procédures décrites à la Section 4.3.3.4.
- En raison de la proportion importante de biomasse racinaire non arborée souvent présente dans les couches supérieures des sols, dans la plupart des cas, un échantillonnage à une profondeur de 0,3 à 0,4 m devrait suffire. Lorsque des échantillons sont collectés à de plus grandes profondeurs, il est recommandé de diviser l'échantillon en deux couches, ou plus, en indiquant clairement la profondeur de chaque couche.
- La séparation des racines et du sol peut être effectuée à l'aide de matériel de nettoyage des racines (Cahoon et Morton, 1961 ; Smucker *et al.*, 1982) pour une récupération optimale. Si ce matériel n'est pas disponible, des méthodes plus simples (par exemple, en plaçant les échantillons de sols dans un tamis et en lavant les racines à l'eau à haute pression) peuvent permettre de récupérer une proportion relativement élevée de la biomasse racinaire.
- La biomasse souterraine non racinaire (stolons, rhizomes, tubercules, etc.) devra être considérée comme faisant partie du bassin de biomasse souterraine.
- Les racines devront être séchées en étuve à 70 °C, puis pesées. Le poids obtenu devra être divisé par la superficie de la section transversale de la colonne échantillon pour déterminer la biomasse souterraine par superficie.

La méthode par division de colonne s'est avérée être une méthode rapide pour l'évaluation des distributions des racines sur le terrain (Böhm, 1979 ; Bennie *et al.*, 1987). Avec cette technique, les colonnes sont collectées à différentes profondeurs des sols, divisées en deux, et les axes des racines visibles sur chaque superficie de la section transversale sont comptés et moyennés. La conversion du nombre de racines en estimations de la densité de la longueur racinaire ou en biomasse nécessite des équations de calibrage pour chaque espèce de culture, type de sols et pratiques de gestion. Les équations de calibrage devront être développées localement et peuvent changer avec le développement des cultures ou la profondeur des sols (Drew et Saker, 1980 ; Bennie *et al.*, 1987 ; Bland, 1989).

4.3.3.5.3 MATIERE ORGANIQUE MORTE

Litière

L'échantillonnage de la litière peut être effectué directement à l'aide d'un petit cadre (circulaire ou carré), qui recouvre en général environ 0,5 m², comme décrit précédemment pour la végétation herbacée (quatre sous-parcelles dans la parcelle d'échantillonnage). Après avoir placé le cadre dans la parcelle d'échantillonnage, on collecte et on pèse toute la litière dans le cadre. Un sous-échantillon bien mélangé est collecté pour déterminer les rapports poids sec/poids humide pour convertir la masse humide totale en masse sèche.

Pour les écosystèmes à couche de litière bien définie et profonde (plus de 5 cm), une autre méthode consiste à développer une équation de régression locale associant la profondeur de la litière à la masse par superficie unitaire. On échantillonne la litière dans les cadres mentionnés précédemment, tout en mesurant la profondeur de la litière. On devra collecter au moins 10 à 15 points de données, en veillant à échantillonner la plage complète de la profondeur prévue pour la litière.

Bois mort

En général, il n'est pas facile de corréler le bois mort, sur pied et au sol, avec un indice de structure du peuplement (Harmon *et al.*, 1993). Des méthodes ont été développées pour mesurer la biomasse du bois mort et testées dans un grand nombre de types de forêts ; en général, elles ne sont pas plus coûteuses en ressources que la mesure d'arbres vivants (Brown, 1974 ; Harmon et Sexton, 1996 ; Delaney *et al.*, 1998). Pour le bois mort au sol, la méthode générale consiste à estimer le volume du bois par catégorie de densité (souvent associée au taux de décomposition, mais pas toujours) puis à convertir en masse, comme produit du volume et de la densité, pour chaque catégorie de densité. On a le choix entre deux méthodes pour estimer le volume du bois mort présent, selon la quantité prévue présente.

Méthode 1 – lorsque la quantité doit être une proportion relativement faible (environ 10 à 15 pour cent, selon l'opinion d'experts). La méthode à ligne d'intersection est une méthode rapide ; conformément aux *bonnes pratiques*, on utilisera au moins 100 m de ligne, en général divisée en deux sections de 50 m placées à angles droits au centre de la parcelle. On mesure les diamètres de tous les rondins en intersection avec la ligne, et chaque rondin de bois mort est aussi classé par catégories de densité. Si le rondin en intersection a une forme elliptique, on doit mesurer les diamètres minimum et maximum. L'estimation du volume par hectare pour chaque catégorie de densité s'effectue à l'aide de l'équation ci-dessous (pour des informations plus détaillées sur la dérivation de cette équation, voir Brown (1974)) :

ÉQUATION 4.3.2**VOLUME DU BOIS MORT AU SOL**

$$\text{Volume (m}^3/\text{ha)} = \pi^2 \cdot (D_1^2 + D_2^2 + \dots + D_n^2) / (8 \cdot L)$$

Où : D_1, D_2, \dots, D_n = diamètre de chaque rondin en intersection avec la ligne, en centimètres (cm). L'équivalent rond d'un rondin de bois de forme elliptique est calculé comme la racine carrée de ($D_{\text{minimum}} \cdot D_{\text{maximum}}$) pour ce bois.

L = longueur de la ligne, en mètres (m).

Un multiplicateur supplémentaire est souvent ajouté dans l'Équation 4.3.2 pour corriger le biais introduit par l'orientation non horizontale des rondins (Brown et Roussopolos, 1974). Mais cette correction n'est pas requise pour les gros rondins, car ce biais diminue avec le diamètre du bois. Pour des informations plus détaillées, voir Harmon et Sexton (1996).

Méthode 2 – lorsque la quantité doit être une proportion relativement élevée de la biomasse aérienne (plus de 15 pour cent, selon l'opinion d'experts) : Lorsqu'on prévoit que la quantité de bois mort au sol dans les forêts sera élevée et distribuée de façon variable, comme dans le cas des rémanents après l'abattage, les *bonnes pratiques* consistent à effectuer un inventaire complet du bois dans les parcelles d'échantillonnage. Il est recommandé de mesurer tout le bois mort dans une sous-parcelle des parcelles d'échantillonnage (voir aussi Harmon et Sexton, 1996, pour plus d'informations sur ces méthodes). Pour un recensement complet, on calcule le volume de chaque rondin de bois mort au sol dans le cercle, à l'aide de mesures du diamètre effectuées à 1 m d'intervalle le long de chaque rondin de bois mort dans la parcelle. On estime ensuite le volume de chaque rondin en tant que volume d'un cylindre tronqué basé sur la moyenne des deux mesures de diamètre et la distance entre eux (en général 1 mètre). Comme pour la Méthode 1, chaque rondin de bois mort est aussi classé par catégorie de densité. Le volume est totalisé pour chaque catégorie de densité et, à l'aide du facteur approprié (basé sur la superficie de la parcelle), exprimé en m³/ha pour chaque catégorie de densité.

Mesures de la densité : L'expérience montre que trois catégories de densité sont suffisantes : bon bois, bois intermédiaire, et bois pourri. On doit pouvoir différencier ces densités objectivement et avec cohérence. Une méthode de terrain courante consiste à frapper le bois avec une machette — si la lame rebondit, le bois est bon, si elle pénètre légèrement dans le bois, celui-ci est intermédiaire, et si le bois se brise, c'est qu'il est pourri (« test de la machette »). On collecte ensuite des échantillons de bois mort dans chaque catégorie de densité pour déterminer leur densité ligneuse. La masse de bois mort est donc le produit du volume par catégorie de densité (obtenu par l'équation précédente) et de la densité ligneuse pour cette catégorie. Par conséquent, avec cette méthode, il est très important de classer le bois mort dans la catégorie de densité correcte, puis d'échantillonner un nombre suffisant de rondins dans chaque catégorie pour représenter les densités ligneuses présentes. Les *bonnes pratiques* consistent à échantillonner au moins 10 rondins pour chaque catégorie de densité. Dans les forêts contenant des palmiers, des colonisateurs précoces ou des rondins creux, les *bonnes pratiques* consistent à les traiter en tant que groupes séparés et à les échantillonner de la même façon.

Pour les projets basés sur un petit nombre d'espèces, et où on connaît bien le taux de décomposition du bois pour des espèces ou des types de forêts donnés, on peut développer des modèles locaux pour estimer la densité du bois mort à divers stades de la décomposition (Beets *et al.*, 1999). L'estimation du volume du bois sera toujours basée sur la Méthode 1 ou 2 décrite plus haut, mais l'estimation de la densité pourra être basée sur le modèle de décomposition.

Le *bois mort sur pied* est mesuré dans le cadre de l'inventaire forestier. On mesurera les arbres morts sur pied conformément aux mêmes critères que ceux utilisés pour les arbres vivants. Cependant, les mesures effectuées et les données enregistrées sont légèrement différentes de celles utilisées pour les arbres vivants. Par exemple, si l'arbre mort sur pied a encore des branches et des brindilles et ressemble à un arbre vivant (à l'exception des feuilles) ceci sera consigné dans les données de terrain. À partir de la mesure du dhp, on peut estimer la biomasse par l'équation allométrique appropriée comme pour les arbres vivants, par soustraction de la biomasse des feuilles (environ 2 à 3 pour cent de la biomasse aérienne). Cependant, un arbre mort peut n'avoir que des petites et grosses branches, que des grosses branches, ou pas de branches du tout ; ces particularités doivent être consignées dans les mesures de terrain et la biomasse totale peut être réduite en conséquence. Si l'arbre n'a que des grosses branches, la biomasse estimée par l'équation allométrique appropriée sera réduite d'environ 20 pour cent pour refléter l'absence de branches plus petites et de brindilles. Lorsqu'un arbre n'a plus de branches et qu'il ne reste que le fût, on peut estimer son volume à partir de mesures de son diamètre basal, de sa hauteur et d'une estimation de son diamètre supérieur ; sa biomasse peut être calculée avec sa catégorie de densité.

4.3.3.5.4 CARBONE ORGANIQUE DES SOLS

On estime le bassin de carbone organique des sols à partir d'échantillons des sols prélevés dans les parcelles d'échantillonnage. Le plus souvent, les échantillons sont prélevés à l'aide d'un cylindre métallique, à diverses profondeurs, ou par la méthode d'excavation. Les *bonnes pratiques* consistent à collecter un échantillon composé (il est recommandé de prélever deux à quatre échantillons par composé) dans chaque parcelle et pour chaque profondeur. Ces échantillons sont ensuite mélangés et homogénéisés pour former un échantillon composé pour

chaque profondeur et chaque parcelle. Un échantillon composé supplémentaire devra être collecté pour estimer les stocks de carbone des sols pour permettre la mesure de la densité apparente pour chaque profondeur et chaque parcelle (voir aussi Section 3.2.1.3.1.1 et Section 3.2.1.3.1.2 pour d'autres analyses sur le carbone organique des sols).

Dans les sols à texture grossière et pierreux, l'échantillonnage de la densité apparente par colonnes de sols n'est pas approprié et surestimera probablement la densité apparente des sols fins dans l'horizon (Blake et Hartage, 1986 ; Page-Dumroese *et al.*, 1999). Il est préférable d'utiliser la méthode par excavation, à laquelle on ajoutera une estimation du pourcentage de volume occupé par les pierres. Si des superficies sans sols importantes (grands affleurements rocheux, etc.) existent sur le site du projet, elles devront être éliminées au commencement du projet pendant la stratification ; les estimations du carbone des sols devront s'appliquer uniquement aux superficies avec sols.

La profondeur à laquelle le bassin de carbone des sols devra être mesuré et surveillé peut varier suivant le type de projet, les caractéristiques du site, les espèces et la profondeur à laquelle on prévoit des variations (voir Chapitre 3 et autres sections au Chapitre 4 pour des informations plus détaillées). Dans la plupart des cas, les concentrations de carbone organique sont plus élevées dans les couches supérieures des sols et diminuent exponentiellement avec la profondeur. Mais le lien entre les concentrations de carbone organique et la profondeur des sols peut varier à cause de facteurs tels que la distribution des racines en profondeur, le transfert du carbone organique dans le profil du sol, et l'érosion/les dépôts. Les *bonnes pratiques* consistent à mesurer le bassin du carbone des sols à une profondeur minimum de 30 cm. À cette profondeur, les variations du bassin de carbone organique des sols seront probablement assez rapides pour être détectées pendant la durée du projet. Pour les projets qui utilisent des végétaux à racines profondes, il peut être utile de mesurer et surveiller le bassin de carbone des sols à plus de 40 cm de profondeur, bien que ceci augmente les coûts de mesure et de surveillance.

Si la profondeur des sols est inférieure à 30 cm, il est important de mesurer et d'enregistrer la profondeur de chaque échantillon de sol collecté. Les calculs pour l'estimation des stocks de carbone des sols doivent prendre en compte la variation des profondeurs des sols sur la zone du projet ; de même, la stratification devra tenir compte de la profondeur des sols.

Les deux méthodes couramment utilisées pour l'analyse du carbone des sols sont la méthode par combustion sèche et la méthode de Walkley Black (méthode par oxydation humide). MacDicken (1997) examine les avantages et inconvénients de ces méthodes pour les analyses des sols. La méthode de Walkley Black est utilisée le plus souvent par les laboratoires disposant de peu de ressources, car elle ne nécessite pas de matériel sophistiqué. Cependant, dans un grand nombre de pays, des laboratoires professionnels utilisent la méthode par combustion sèche, et les coûts sont souvent peu élevés. Conformément aux *bonnes pratiques*, en particulier lorsque le carbone des sols est un élément important du projet, on utilisera la méthode par combustion sèche. Étant donné que cette méthode inclut des carbonates, il est important que les sols qui contiennent des carbonates soient pré-testés et le carbone inorganique éliminé par acidification.

La teneur en carbone des sols peut être exprimée de deux façons : par masse égale ou volume égal. Les deux méthodes présentent des avantages et des inconvénients. Pour exprimer les variations de carbone par masse égale, on doit connaître la variation de la densité apparente des sols avant l'échantillonnage pour pouvoir prélever une masse égale de sol. Ces ajustements peuvent aussi être intégrés dans les calculs. Les projets conçus pour améliorer le carbone organique des sols feront probablement diminuer la densité apparente des sols. Si on prévoit une variation significative de la densité apparente des sols pendant la durée du projet, il est recommandé d'évaluer l'impact de l'expression des variations du carbone des sols par masse égale ou volume égal sur la variation totale prévue des stocks de carbone des sols. Sinon, il est recommandé de notifier les variations des stocks de carbone des sols par volume égal, comme c'est le cas en général.

On calcule les stocks de carbone des sols par superficie unitaire par volume égal à l'aide de l'équation suivante :

<p>ÉQUATION 4.3.3 TENEUR EN CARBONE ORGANIQUE DES SOLS $COS = [COS] \cdot \text{Densité apparente} \cdot \text{Profondeur} \cdot \text{Fragments grossiers} \cdot 10$</p>

Où :

- COS = stocks de carbone organique des sols étudiés, Mg C ha⁻¹
- $[COS]$ = concentration de carbone organique des sols dans une masse de sols donnée, g C (kg sols)⁻¹ (provenant d'analyses en laboratoires)
- Densité apparente = masse de sol par volume échantillon, Mg m⁻³
- Profondeur = profondeur d'échantillonnage ou épaisseur ou couche de sols, m
- Fragments grossiers = $1 - (\text{pourcentage volume de fragments grossiers} / 100)^{72}$
- Le multiplicateur final 10 est appliqué pour convertir les unités en Mg C ha⁻¹.

⁷² Dans les sols à fragments grossiers (par exemple, des sols établis sur des tills ou des alluvions grossiers, ou à forte concentration de racines), le COS est ajusté en fonction de la proportion d'échantillon volumétrique occupée par la fraction grossière (fraction >2 mm).

4.3.3.6 ESTIMATION DES VARIATIONS DES EMISSIONS ET ABSORPTIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE SANS CO₂

Bien que l'objectif principal des projets UTCATF soit d'augmenter les stocks de carbone par rapport à un niveau de référence, certaines pratiques des projets UTCATF peuvent aussi entraîner des variations des émissions et absorptions de gaz à effet de serre sans CO₂. Ces pratiques peuvent être, par exemple, la combustion de la biomasse (pendant la préparation des sites) ; les changements en matière d'élevage (résultant, par exemple, du changement d'espèces fourragères pour la gestion des pâturages) ; l'application d'engrais synthétiques et organiques en agriculture, la culture d'arbres, de cultures et de fourrages fixateurs d'azote, ou l'inondation et le drainage des sols. De plus, des pratiques d'utilisation des terres qui perturbent les sols, telles que le travail du sol pour les cultures ou pour la préparation d'un site de boisement/reboisement, peuvent influencer sur les émissions et absorptions de gaz à effet de serre sans CO₂ par les sols. Le Tableau 4.3.2 contient la liste des pratiques de projets UTCATF susceptibles d'influer sur les émissions et absorptions de gaz à effet de serre sans CO₂. Cependant, les définitions et modalités pour l'Article 12, en cours de négociations à la date de la rédaction du présent rapport, pourront déterminer parmi ces pratiques, celles qui seront incluses dans la mesure, la surveillance et la notification des activités de projet relevant de l'Article 12.

Pratique	Effet sur les gaz sans CO₂	Processus d'émissions ou d'absorptions
Combustion de la biomasse	Source de CH ₄ et N ₂ O ^a	Combustion ^b
Application d'engrais synthétiques et organiques	Source de N ₂ O	Nitrification/dénitrification des engrais et apports organiques des sols
	Réduction de l'absorption de CH ₄	Suppression de l'oxydation microbienne de CH ₄
Culture d'arbres, de cultures et de fourrages fixateurs d'azote	Source de N ₂ O	Nitrification/dénitrification de l'azote des sols par l'augmentation de la fixation d'azote biologique
Ré-humidification des sols	Source de CH ₄	Décomposition anaérobie des matières organiques des sols
	Réduction/Élimination de la source de N ₂ O	Réduction de la minéralisation des matières organiques des sols
Drainage des sols	Réduction/Élimination de la source de CH ₄	Réduction de la décomposition anaérobie des matières organiques
	Source de N ₂ O	Minéralisation des matières organiques des sols et nitrification/dénitrification ultérieure de l'azote minéralisé
Perturbation des sols	Source de N ₂ O	Minéralisation des matières organiques des sols et nitrification/dénitrification ultérieure de l'azote minéralisé
	Réduction de l'absorption de CH ₄	Suppression de l'oxydation microbienne de CH ₄
Changements de la gestion des pâturages ^c	Augmentation ou diminution de la source de CH ₄ et N ₂ O due aux effets sur le bétail	Digestion animale (CH ₄)
		Décomposition anaérobie du fumier stocké dans les systèmes de gestion du fumier et appliqué/déposé sur les sols (CH ₄)
		Nitrification/dénitrification de l'azote du fumier stocké dans les systèmes de gestion du fumier et appliqué/déposé sur les sols (N ₂ O)

^a La combustion de la biomasse est aussi une source de monoxyde de carbone, oxydes d'azote, et composés organiques volatiles non méthaniques. Ces émissions ne sont pas examinées ici, car ces gaz ne sont pas examinés aux termes du Protocole de Kyoto.

^b Certaines expériences ont montré que la combustion de la biomasse à ciel ouvert (brûlage de végétation dans les champs) entraîne une augmentation des émissions de N₂O par les sols jusqu'à six mois après le brûlage (cf. Chapitre 5 du Volume 3 des *Lignes directrices du GIEC*). Cependant, d'autres expériences n'ont pas montré d'effets à long terme sur les émissions de N₂O par les sols, et pour cette raison ce processus n'est pas examiné plus en détail ici.

^c Les changements des mélanges d'espèces végétales des pâturages pour améliorer le carbone des sols par exemple, pourraient influencer sur la production de bétail et donc sur les émissions de gaz à effet de serre sans CO₂.

En général, il est recommandé d'estimer les émissions et absorptions nettes de gaz à effet de serre imputables à ces pratiques avec des données d'activités spécifiques au projet et des facteurs d'émissions spécifiques au site. Il est aussi recommandé de calculer les facteurs d'émissions par des mesures de terrain bien conçues et bien mises en œuvre sur le(s) site(s) du projet ou sur des sites dont les conditions sont similaires à celles du (des) site(s) du

projet ou à l'aide de modèles de simulation validés, calibrés et bien documentés, mis en œuvre avec des données d'entrée spécifiques au site du projet. Les *Lignes directrices du GIEC*, ainsi que *GPG2000*, et le Chapitre 3 du présent rapport, décrivent des méthodes par défaut de Niveau 1 et des facteurs d'émissions pour estimer les émissions d'un grand nombre de ces pratiques au niveau national (voir Tableau 4.3.3). Toutefois, ces documents contiennent seulement des *recommandations en matière de bonnes pratiques* limitées pour les mesures ou la modélisation des émissions et absorptions imputables à nombre de ces pratiques. Étant donné que ces pratiques sont couvertes par d'autres secteurs d'inventaires nationaux du GIEC (les secteurs Énergie ou Agriculture), le présent rapport ne contient pas de *recommandations en matière de bonnes pratiques* détaillées pour la mesure, la surveillance et l'estimation des émissions et absorptions dues à ces pratiques.

TABLEAU 4.3.3 LOCALISATION DES METHODES ET DONNEES PAR DEFAUT DU GIEC POUR L'ESTIMATION DES EMISSIONS ET ABSORPTIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE SANS CO₂	
Pratique	Localisation des méthodes et données par défaut du GIEC
Combustion de la biomasse	<ul style="list-style-type: none"> • Méthodologies sur les taux d'émissions, et taux d'émissions pour la combustion en milieu clos pour la production d'énergie au chapitre Énergie des <i>Lignes directrices du GIEC</i> et <i>GPG2000</i>. • Méthodologies sur les taux d'émissions, et taux d'émissions pour la combustion à ciel ouvert dans les champs au chapitre Agriculture des <i>Lignes directrices du GIEC</i> et <i>GPG2000</i>. • Méthodologies sur les taux d'émissions et les facteurs d'émissions, et rendements de combustion, taux d'émissions et facteurs d'émissions pour la combustion à ciel ouvert dans les écosystèmes forestiers, prairies et savanes, au Chapitre 3 du présent rapport (voir Section 3.2.1.4, Section 3.4.1.3, et Appendice 3A.1).
Application d'engrais synthétiques et organiques ^a	<ul style="list-style-type: none"> • Méthode sur les facteurs d'émissions, teneur en azote des engrais, taux de volatilisation et lixiviation/écoulement en surface, et facteurs d'émissions par défaut pour les émissions de N₂O, au chapitre Agriculture des <i>Lignes directrices du GIEC</i> et <i>GPG2000</i>. Remarque : On devra estimer les émissions de N₂O directes et indirectes, même si certaines émissions indirectes peuvent se produire à l'extérieur du périmètre géographique d'un projet. • Les émissions de N₂O par les sols fertilisés peuvent être influencées par le chaulage (voir Section 3.2.1.4 du présent rapport). Cependant, étant donné que le chaulage augmente et réduit les émissions de N₂O dues à la fertilisation, il n'est pas fourni de facteurs d'émissions par défaut pour l'application d'engrais sur les sols chaulés.
Culture d'arbres, de cultures et de fourrages fixateurs d'azote	<ul style="list-style-type: none"> • Méthode sur les facteurs d'émissions, teneur en azote de la biomasse et facteurs d'émissions pour les cultures et fourrages au chapitre Agriculture des <i>Lignes directrices du GIEC</i> et <i>GPG2000</i>. La méthode est basée sur la quantité d'azote dans la biomasse aérienne produite annuellement, qui est utilisée comme valeur de substitution pour la quantité supplémentaire d'azote disponible pour la nitrification et dénitrification. Il n'a pas été développé de méthode par défaut pour les légumineuses arborées (voir Section 3.2.1.4 du Chapitre 3 du présent rapport).
Ré-humidification des sols et drainage	<ul style="list-style-type: none"> • Méthodes et facteurs d'émissions de N₂O basés sur la superficie pour le drainage des sols forestiers et le drainage des zones humides à l'Appendice 3a.2 et l'Appendice 3a.3, respectivement, du présent rapport. • Pas de méthodes et de facteurs d'émissions pour CH₄.
Perturbation des sols	<ul style="list-style-type: none"> • Méthode et facteurs d'émissions de N₂O pour la culture des sols organiques (histosols) au chapitre Agriculture des <i>Lignes directrices du GIEC</i> et <i>GPG2000</i>. • Pour la perturbation des sols minéraux, méthodes et facteurs d'émissions pour l'estimation des augmentations des émissions de N₂O par les terres converties en terres cultivées, à la Section 3.3.2.3 du présent rapport. • Pas de méthodes et de facteurs d'émissions pour CH₄.
Changement de la gestion des pâturages	<ul style="list-style-type: none"> • Méthodologies pour des facteurs d'émissions pour la digestion animale et l'application/dépôt de fumier, au chapitre Agriculture des <i>Lignes directrices du GIEC</i> et <i>GPG2000</i>. Des facteurs d'émissions et des données pour le calcul des facteurs d'émissions, ainsi que des modèles d'estimation des émissions pour certains types d'animaux sont aussi fournis. Des facteurs d'émissions spécifiques au projet pour certains types d'animaux peuvent être établis en appliquant des données spécifiques au projet (poids de l'animal, digestibilité de l'alimentation animale, etc.) aux modèles d'estimation des émissions du GIEC.
<p>^a Le terme engrais utilisé ici inclut les engrais synthétiques et organiques, par exemple, urée et compost, ainsi que les apports organiques des sols, tels que les résidus de cultures sans compost.</p>	

Les variations des émissions ou absorptions de gaz à effet de serre sans CO₂ résultant de ces pratiques peuvent être faibles, par rapport aux variations nettes des stocks de carbone pendant la durée du projet UTCATF. Par conséquent, lorsqu'une ou plusieurs de ces pratiques sont incluses dans un projet UTCATF, il est recommandé d'estimer d'abord les variations annuelles nettes probables des émissions ou absorptions de gaz à effet de serre sans CO₂ pendant la durée du projet, à partir de données d'activités du projet et des méthodes et facteurs d'émissions par défaut du GIEC présentés dans les *Lignes directrices du GIEC*, dans *GPG2000* et au Chapitre 3 du présent rapport. Si la variation annuelle nette prévue des émissions ou absorptions sans CO₂ est relativement faible, par exemple, moins de 10 pour cent de la variation annuelle nette totale prévue sur une base CO₂-équivalent, les facteurs d'émissions par défaut du GIEC peuvent être suffisants. Mais si la variation annuelle nette prévue des émissions ou absorptions sans CO₂ est relativement élevée, par exemple, plus de 10 pour cent de la variation prévue sur une base CO₂-équivalent, il est préférable d'établir des facteurs d'émissions spécifiques au projet, à l'aide de mesures ou de modèles de simulation.

4.3.3.7 SURVEILLANCE DES VARIATIONS DES EMISSIONS ET ABSORPTIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE RESULTANT DE LA MISE EN ŒUVRE DES PROJETS

Les émissions de gaz à effet de serre imputables à l'utilisation directe d'énergie pour la mise en œuvre des projets peuvent être considérables. Des exemples d'utilisation directe d'énergie dans ce contexte incluent la consommation de combustibles et d'électricité par les équipements mobiles et fixes. Les sources mobiles incluent les tracteurs utilisés pour la préparation des sites, l'application d'engrais, le travail du sol ou les plantations, le transport routier jusqu'aux sites de surveillance ; le transport par réseau ferré léger utilisé, par exemple, pour le transport des grumes, le transport aérien, tel que l'exploitation forestière par hélicoptère, et le transport fluvial des grumes. Dans la plupart des projets UTCATF, les équipements fixes seront une source moins importante d'émissions de gaz à effet de serre et pourront inclure, par exemple, des mélangeurs de sols et du matériel de rempotage dans les pépinières, des pompes d'irrigation et des dispositifs d'éclairage. Les responsables des projets doivent estimer et notifier les émissions de gaz à effet de serre dues à l'utilisation directe de combustibles fossiles et d'électricité par les équipements mobiles et fixes.

Le dioxyde de carbone est le principal gaz à effet de serre produit par la consommation des combustibles fossiles dans les équipements fixes et mobiles. Étant donné que les émissions de N₂O et CH₄ constitueront probablement une proportion relativement faible de l'utilisation d'énergie globale pour les émissions des projets, l'estimation de ces émissions est laissée au choix de l'utilisateur.

Les émissions de gaz à effet de serre par les sources fixes peuvent être estimées en appliquant des facteurs d'émissions appropriés à la quantité de combustible ou d'électricité consommée (voir les chapitres sur l'Énergie des *Lignes directrices du GIEC* et *GPG2000*). Les émissions par des sources mobiles peuvent être estimées par une méthode basée sur le combustible, ou une méthode basée sur la distance (voir Encadré 4.3.5 et les chapitres Énergie des *Lignes directrices du GIEC* et *GPG2000*).

ENCADRE 4.3.5

RECOMMANDATIONS SUR L'ESTIMATION DES EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE PAR DES SOURCES MOBILES

Les émissions directes de gaz à effet de serre résultant de l'utilisation de véhicules peuvent être estimées par les méthodes suivantes :

Méthode basée sur le combustible,

Méthode basée sur la distance.

Le choix de la méthode dépend des données disponibles. Cependant, la méthode à base de combustible est la méthode préférée pour tous les modes de transport, car elle est associée à l'incertitude la plus faible. Dans ce cas, la quantité de combustible fossile, en général de l'essence et/ou du diesel, consommée pendant la mise en œuvre du projet, doit être surveillée et enregistrée. Pour une description détaillée des méthodes, voir les *Lignes directrices du GIEC* et *GPG2000*.

4.3.3.8 POINTS SPECIFIQUES POUR LE PLAN DE SURVEILLANCE

Le plan de surveillance a un sens spécifique dans le contexte des Articles 6 et 12 du Protocole de Kyoto. Le plan inclut, mais sans limitation, la planification des mesures qui montreront comment le projet influe sur les stocks de carbone et les émissions de gaz à effet de serre sans CO₂ dans le temps. Le présent paragraphe contient des recommandations générales qui s'appliquent uniquement aux mesures dans le cadre du plan de surveillance.

4.3.3.8.1 SURVEILLANCE DES PROJETS FAISANT INTERVENIR DES PETITS PROPRIETAIRES FONCIERS

La surveillance des projets qui peuvent faire intervenir un grand nombre de petits propriétaires fonciers, et mis en œuvre sur de petites parcelles discrètes, dans une région, doit faire l'objet d'une attention particulière. Comme indiqué précédemment (Section 4.3.3.2), qu'il s'agisse d'une parcelle de terres adjacentes, appartenant à un ou deux grands propriétaires fonciers, ou d'un grand nombre de petites parcelles réparties sur une grande superficie, appartenant à un grand nombre de petits propriétaires fonciers, la zone du projet peut être délimitée et stratifiée par des techniques standard. Le but n'est pas de surveiller chaque parcelle en tant que projet séparé, mais de la traiter dans le cadre d'un seul grand projet et de surveiller le carbone au niveau de projet comme décrit ci-dessus. Cependant, étant donné que le projet fait intervenir un grand nombre de propriétaires fonciers, conformément aux *bonnes pratiques*, on établira des protocoles de surveillance au niveau du projet, ainsi que des indicateurs qui peuvent être surveillés au niveau de la parcelle, pour assurer la performance au niveau du projet (voir Encadré 4.3.6).

ENCADRE 4.3.6

SURVEILLANCE DES PROJETS FAISANT INTERVENIR UN GRAND NOMBRE DE PETITS PROPRIETAIRES FONCIERS

La surveillance des variations des stocks de carbone et des émissions et absorptions de gaz à effet de serre sans CO₂ pour les projets faisant intervenir un grand nombre de petits propriétaires fonciers exigera la division du système de surveillance à deux niveaux : (1) niveau du projet, et (2) niveau de la parcelle, comme suit :

Niveau 1 : niveau du projet

Pour chaque activité à mettre en œuvre dans la zone du projet, les *bonnes pratiques* consistent à établir une description technique, présentant les objectifs de gestion, les espèces, les conditions relatives aux espèces, sols, climat et végétation appropriées pour l'activité, les prévisions d'apports de matériaux et de main d'œuvre, et les prévisions de croissance et rendements des produits. Les descriptions techniques devront aussi inclure des tableaux associant des indicateurs facilement mesurables au niveau de la parcelle (*diamètre à hauteur de poitrine* ou *hauteur du peuplement*, par exemple) pour les estimations des stocks de carbone. Ces tableaux peuvent être établis en se référant à la Section 4.3.3.5, avec des méthodes directes ou indirectes. On établira un nombre de parcelles d'échantillonnage dans la zone du projet pour préserver et améliorer le calibrage de ces tableaux (conformément à la Section 4.3.3.4). Chaque description technique devra aussi inclure un ensemble de paramètres utilisés pour calculer les stocks de carbone de référence, par rapport auxquels on mesurera l'absorption de carbone. Un ensemble d'indicateurs similaires, facilement mesurables au niveau de la parcelle, devra être calculé par rapport à des stocks de carbone de référence.

Niveau 2 : niveau de la parcelle

Les mesures suivantes pourront ensuite être effectuées pour chaque parcelle : 1) contre-vérification pour déterminer si l'activité mise en œuvre dans la parcelle se situe dans les paramètres établis pour la description technique (espèces correctes, densité de plantation, climat, etc.) ; 2) mesure des indicateurs de référence ; et 3) mesure des indicateurs d'activité.

Les variations des stocks de carbone sont ensuite estimées, avec référence aux tableaux des descriptions techniques appropriées. Des procédures d'assurance de la qualité devront examiner les procédures de collecte de données aux deux niveaux pour ces projets.

4.3.3.8.2 FREQUENCE DE LA SURVEILLANCE DU CARBONE

La fréquence de la surveillance devra tenir compte des interactions du carbone dans le cadre du projet et des coûts associés. Dans les tropiques, les variations des stocks de carbone des arbres et des sols pour un projet de boisement/reboisement peuvent être détectées par des mesures effectuées tous les trois ans ou moins (Shepherd et Montagnini, 2001). Dans la zone tempérée, en raison de l'interaction des processus forestiers, ces mesures sont effectuées en général tous les cinq ans (ce qui est le cas pour un grand nombre d'inventaires forestiers). Pour les bassins de carbone qui évoluent plus lentement, tels que les sols, les mesures peuvent être moins fréquentes. Par conséquent, pour le carbone accumulé dans les arbres, il est recommandé de choisir la fréquence de la surveillance en accord avec le taux de variation des stocks de carbone, et avec la durée de la rotation (pour les plantations) et le cycle de cultures (pour les terres cultivées et les pâturages).

4.3.3.8.3 PERFORMANCE GENERALE DU SITE DU PROJET

À elle seule, la surveillance des variations des stocks de carbone et des gaz à effet de serre sans CO₂ dans les parcelles de surveillance permanentes ne fournit pas nécessairement les informations requises pour évaluer si les variations des stocks de carbone générées par le projet sont les mêmes pour l'ensemble du projet et si le projet atteint ses objectifs, par exemple, le boisement de plusieurs milliers d'hectares. Des visites périodiques sur les parcelles de surveillance du carbone montreront uniquement l'accumulation du carbone sur ces parcelles (qui doivent être situées aléatoirement et être représentatives de la population), avec une exactitude et une précision connues, et à un niveau de confiance donné. Étant donné que les responsables du projet connaîtront l'emplacement

des parcelles, il est aussi important, pendant la durée du projet, d'effectuer des vérifications complètes pour vérifier que la performance générale du projet est identique pour toutes les parcelles. Il pourra s'agir d'une vérification sur le terrain par des tiers, avec utilisation d'indicateurs des variations des stocks de carbone, tels que la hauteur des arbres pour les projets de boisement/reboisement, ou la productivité des cultures pour les projets de gestion des terres cultivées. Conformément aux *bonnes pratiques*, les responsables des projets devront produire des indicateurs facilement vérifiables sur l'ensemble de la zone du projet. La surveillance de la performance générale du site du projet (c'est-à-dire les activités du projet mises en œuvre dans toute la zone du projet) peut être effectuée à l'aide de diverses méthodes, en fonction de la technologie et des ressources disponibles, par exemple :

- Visites visuelles du site, avec documentation photographique. Il est recommandé d'inspecter soigneusement la superficie totale plantée dans chaque région et de prendre et dater des photographies. Les comptes-rendus et les photographies devront être inclus dans la documentation enregistrée finale.
- Images aériennes numériques, provenant de capteurs multi-spectres (en particulier infra-rouge), de transects localisés par GPS pour chaque zone de plantation. Ici aussi, une documentation complète et des photographies numériques datées devront être incluses dans les archives du projet.
- Télédétection, avec utilisation de données satellite à très haute résolution (Ikonos, QuickBird, etc.) ou haute résolution (Spot, Landsat, RadarSat, Envisat ASAR, etc.). Le choix de l'imagerie satellite dépendra de la taille des projets (entre des centaines et des milliers d'ha), de l'emplacement (souvent sous une forte couverture nuageuse ou souvent sans nuages), et des ressources du projet.

4.3.4 Assurance de la qualité/ Contrôle de la qualité (AQ/CQ) de l'inventaire

La surveillance requiert la mise en œuvre de procédures d'assurance de la qualité (AQ) et de contrôle de la qualité (CQ) par le biais d'un plan AQ/CQ. Le plan devra faire partie de la documentation du projet et couvrir les procédures décrites ci-dessous pour : (1) la collecte de mesures de terrain fiables ; (2) la vérification des méthodes utilisées pour la collecte des données de terrain ; (3) la vérification des entrées des données et des techniques d'analyses ; et (4) la maintenance et l'archivage des données. Si après la mise en œuvre du plan AQ/CQ, on constate que le niveau de précision recherché n'est pas atteint, d'autres mesures de terrain devront être effectuées jusqu'à ce que ce niveau soit atteint.

4.3.4.1 PROCEDURES POUR ASSURER LA FIABILITE DES MESURES DE TERRAIN

La collecte de mesures de terrain fiables est une phase importante du plan d'assurance de la qualité. Les personnes chargées de ces mesures devront être formées à tous les aspects de la collecte des données de terrain et de l'analyse des données. Les *bonnes pratiques* consistent à établir des Procédures opérationnelles standard (POS) pour chaque étape des mesures, qui devront être observées en permanence. Ces POS indiqueront en détail toutes les phases des mesures de terrain et contiendront des dispositions pour la documentation à des fins de vérification, afin que le futur personnel de terrain puisse vérifier les résultats antérieurs et répéter les mesures avec cohérence.

Pour assurer la collecte de données de terrain fiables, les *bonnes pratiques* consistent à veiller aux points suivants :

- Les équipes de terrain connaissent parfaitement les procédures et l'importance d'une collecte de données la plus exacte possible ;
- Les équipes de terrain établissent des parcelles d'essais, si nécessaire, et mesurent tous les composants pertinents conformément aux POS ;
- Toutes les mesures de terrain sont vérifiées par une personne qualifiée, en coopération avec l'équipe de terrain, et toutes les erreurs techniques sont corrigées ;
- Un document, montrant que ces procédures ont été suivies, est archivé avec la documentation du projet. Le document inclura la liste des membres de l'équipe de terrain, et le chef de projet certifiera que les membres de l'équipe ont reçu une formation ;
- Les nouveaux membres du personnel reçoivent une formation appropriée.

4.3.4.2 PROCÉDURES POUR LA VÉRIFICATION DE LA COLLECTE DES DONNÉES

Pour vérifier que les parcelles ont été établies et les mesures effectuées correctement, les *bonnes pratiques* consistent à :

- Remesurer indépendamment toutes les 8-10 parcelles et comparer les mesures pour rechercher les erreurs ; toute erreur devra être expliquée, corrigée et consignée. Les nouvelles mesures sur des parcelles permanentes ont pour but de vérifier que les procédures de mesures ont été effectuées correctement.
- Au terme du travail de terrain, vérifier indépendamment 10 à 20 pour cent des parcelles. Les données de terrain collectées à ce stade seront comparées aux données initiales. Toute erreur sera corrigée et consignée. Toute erreur découverte devra être exprimée sous forme de pourcentage de toutes les parcelles qui ont été vérifiées, pour fournir une estimation de l'erreur des mesures.

4.3.4.3 PROCÉDURES POUR LA VÉRIFICATION DES ENTRÉES ET DE L'ANALYSE DES DONNÉES

Des estimations du carbone fiables nécessitent l'entrée correcte des données dans les tableaux d'analyses de données. On peut limiter les risques d'erreur de ce processus si l'entrée des données de terrain et des données de laboratoire fait l'objet d'un examen, basé sur l'opinion d'experts et, au besoin, d'une comparaison avec des données indépendantes pour vérifier que les données sont réalistes. Les communications entre le personnel participant aux mesures et à l'analyse des données devront permettre de résoudre toute anomalie apparente avant l'analyse finale des données de surveillance. Si d'autres problèmes relatifs aux données de la parcelle surveillée ne peuvent pas être résolus, cette parcelle ne devra pas être utilisée dans l'analyse.

4.3.4.4 MAINTENANCE ET STOCKAGE DES DONNÉES

En raison de la nature relativement longue de ces projets, l'archivage des données (maintenance et stockage) sera un élément important du travail (voir aussi Section 5.5.6). L'archivage des données devra prendre plusieurs formes et des copies de toutes les données devront être fournies à chaque participant au projet.

Des copies (électroniques et/ou sur papier) de toutes les données de terrain, analyses des données et modèles ; estimations des variations des stocks de carbone et des gaz à effet de serre sans CO₂ et calculs correspondants et modèles utilisés ; tout produit SIG ; et des copies des comptes-rendus de mesure et de surveillance devront être stockés en lieu dédié et sûr, de préférence hors site.

Étant donné l'échelle temporelle des projets et l'évolution des mises à jour des logiciels et du nouveau matériel informatique pour le stockage des données, il est recommandé d'effectuer des mises à jour périodiques des versions électroniques des données et comptes-rendus, ou des conversions à un format qui sera compatible avec les futures applications logicielles.

**Appendice 4A.1 Outil d'estimation des variations des stocks
de carbone des sols associées aux changements de
gestion sur les terres cultivées et les pâturages, basé
sur des données par défaut du GIEC**

(available only in English and may be accessed from the front page of this CD-ROM/web site)

Appendice 4A.2 Exemples d'équations allométriques pour l'estimation de la biomasse arborée aérienne et souterraine

TABLEAU 4.A.1 ÉQUATIONS ALLOMETRIQUES POUR L'ESTIMATION DE LA BIOMASSE AERIENNE (KG DE MATIERES SECHES PAR ARBRE) D'ESPECES A BOIS DUR ET DE PINS TROPICALES ET TEMPEREES			
Équation	Type de forêt ^a	R ² /taille d'échantillon	Plage de DHP (cm)
$Y = \exp[-2,289 + 2,649 \cdot \ln(\text{DHP}) - 0,021 \cdot (\ln(\text{DHP}))^2]$	Tropicale humide bois durs	0,98/226	5 – 148
$Y = 21,297 - 6,953 \cdot (\text{DHP}) + 0,740 \cdot (\text{DHP})^2$	Tropicale pluvieuse bois durs	0,92/176	4 – 112
$Y = 0,887 + [(10486 \cdot (\text{DHP})^{2,84}) / ((\text{DHP})^{2,84} + 376907)]$	Tempérée/tropicale pins	0,98/137	0,6 – 56
$Y = 0,5 + [(25000 \cdot (\text{DHP})^{2,5}) / ((\text{DHP})^{2,5} + 246872)]$	Tempérée Est des États-Unis bois durs	0,99/454	1,3 – 83,2

Où
 Y = matières sèches aériennes, kg (arbre)⁻¹
 DHP = diamètre à hauteur de poitrine, cm
 ln = logarithme naturel
 exp = « e à la puissance de »

^a En général, tropicale humide représente des zones où les précipitations se situent entre 2000 et 4000 mm/an dans les basses terres ; tropicale pluvieuse représente des zones où les précipitations sont supérieures à 4000 mm/an dans les basses terres (voir Brown, 1997, pour des informations plus détaillées).

Sources: Mise à jour de Brown (1997) ; Brown et Schroeder (1999) ; Schroeder *et al.* (1997)

TABLEAU 4.A.2 ÉQUATIONS ALLOMETRIQUES POUR L'ESTIMATION DE LA BIOMASSE AERIENNE DES PALMIERS (KG DE MATIERES SECHES PAR ARBRE) FREQUENTS DANS LES FORETS TROPICALES HUMIDES D'AMERIQUE LATINE. LE NOMBRE D'ARBRES RECOLTES ETAIT DE 15 PAR ESPECE			
Équation	Espèces de palmiers	R ²	Plage de hauteur (HT in m)
$Y = 0,182 + 0,498 \cdot \text{HT} + 0,049 \cdot (\text{HT})^2$	<i>Chrysophylla</i> sp	0,94	0,5 – 10,0
$Y = 10,856 + 176,76 \cdot (\text{HT}) - 6,898 \cdot (\text{HT})^2$	<i>Attalea cohune</i>	0,94	0,5 – 15,7
$Y = 24,559 + 4,921 \cdot \text{HT} + 1,017 \cdot (\text{HT})^2$	<i>Sabal</i> sp	0,82	0,2 – 14,5
$Y = 23,487 + 41,851 \cdot (\ln(\text{HT}))^2$	<i>Attalea phalerata</i>	0,62	1 – 11
$Y = 6,666 + 12,826 \cdot (\text{HT})^{0,5} \cdot \ln(\text{HT})$	<i>Euterpe precatorea</i> & <i>Phenakospermum guianensis</i>	0,75	1 – 33

Où
 Y = matières sèches aériennes, kg (arbre)⁻¹
 HT = hauteur du tronc, mètres (pour les palmiers, il s'agit du fût principal, sans les frondes)
 ln = logarithme naturel

Sources : Delaney *et al.* (1999) ; Brown *et al.* (2001)

Équation	Espèces	R ²	Hauteur pour DBH/BA	Plage de diamètre (cm)	Source
$Y = 0,153 \cdot DHP^{2,382}$	<i>Tectona grandis</i> ^b	0,98	130	10-59	1
$Y = 0,0908 \cdot DHP^{2,575}$	<i>Tectona grandis</i> ^c	0,98	130	17 – 45	2
$Y = 0,0103 \cdot DHP^{2,993}$	<i>Bombacopsis quinatum</i> ^d	0,97	130	14 – 46	3
$Y = 1,22 \cdot DHP^2 \cdot HT \cdot 0,01$	<i>Eucalyptus sp.</i> ^e	0,97	130	1 – 31	4
$Y = 0,08859 \cdot DHP^{2,235}$	<i>Pinus pinaster</i> ^f	0,98	10	0 – 47	5
$Y = 0,97 + 0,078 \cdot SB - 0,00094 \cdot SB^2 + 0,0000064 \cdot SB^3$	<i>Bactris gasipaes</i> ^g	0,98	100	2 – 12	6
$Y = -3,9 + 0,23 \cdot SB + 0,0015 \cdot SB^2$	<i>Theobroma grandiflora</i> ^g	0,93	30	6 – 18	6
$Y = -3,84 + 0,528 \cdot SB + 0,001 \cdot SB^2$	<i>Hevea brasiliensis</i> ^g	0,99	150	6 – 20	6
$Y = -6,64 + 0,279 \cdot SB + 0,000514 \cdot SB^2$	<i>Citrus sinensis</i> ^g	0,94	30	8 – 17	6
$Y = -18,1 + 0,663 \cdot SB + 0,000384 \cdot SB^2$	<i>Bertholletia excelsa</i> ^g	0,99	130	8 – 26	6

Où

Y = matières sèches aériennes, kg (arbre)⁻¹
DHP = diamètre, cm
HT = hauteur totale de l'arbre, mètre
SB = surface basale, cm²

^a La hauteur pour DHP/SB est la hauteur aérienne où le diamètre ou la surface basale a été mesuré, cm

^b 87 arbres individuels âgés de 5 à 47 ans

^c 9 arbres individuels âgés de 20 ans

^d 17 arbres individuels âgés de 10 à 26 ans

^e Valeurs groupées pour 458 arbres *Eucalyptus ovata*, *E. saligna*, *E. globulus* et *E. nites* âgés de 2 à 5 ans

^f 148 arbres individuels âgés de 1 à 47 ans

^g 7-10 arbres individuels âgés de 7 ans

Sources : (1) Pérez et Kanninen (2003) ; (2) Kraenzel *et al.* (2003) ; (3) Pérez et Kanninen (2002) ; (4) Senelwa et Sims (1998) ; (5) Ritson et Sochacki (2003) ; (6) Schroth *et al.* (2002)

TABLEAU 4.A.4			
ÉQUATIONS ALLOMETRIQUES POUR L'ESTIMATION DE LA BIOMASSE SOUTERRAINE OU RACINAIRE DES FORETS BIEN QUE L'AJOUT DE L'ÂGE ET DE LA LATITUDE N'AIT PAS AUGMENTÉ R² DE BEAUCOUP, LES COEFFICIENTS ÉTAIENT EXTREMEMENT SIGNIFICATIFS			
Conditions et variables indépendantes	Équation	Taille d'échant'n	R²
Toutes les forêts, BA	$Y = \exp[-1,085 + 0,9256 \cdot \ln(BA)]$	151	0,83
Toutes les forêts, BA et ÂGE	$Y = \exp[-1,3267 + 0,8877 \cdot \ln(BA) + 0,1045 \cdot \ln(\hat{A}GE)]$	109	0,84
Forêts tropicales, BA	$Y = \exp[-1,0587 + 0,8836 \cdot \ln(BA)]$	151	0,84
Forêts tempérées, BA	$Y = \exp[-1,0587 + 0,8836 \cdot \ln(BA) + 0,2840]$	151	0,84
Forêts boréales, BA	$Y = \exp[-1,0587 + 0,8836 \cdot \ln(BA) + 0,1874]$	151	0,84
<p>Où</p> <p>Y = biomasse racinaire en Mg ha⁻¹ de matières sèches</p> <p>ln = logarithme naturel</p> <p>exp = « e à la puissance de »</p> <p>BA = biomasse aérienne en Mg ha⁻¹ de matières sèches</p> <p>ÂGE = âge de la forêt, années</p> <p>Source : Cairns <i>et al.</i> (1997)</p>			

Références

METHODES POUR L'ESTIMATION, LA MESURE, LA SURVEILLANCE ET LA NOTIFICATION D'ACTIVITES UTCATF RELEVANT DES ARTICLES 3.3 ET 3.4

- Coleman K. et Jenkinson D.S. (1996). RothC-26.3 : A Model for the turnover of carbon in soil. Dans : Powlson D.S., Smith P., et Smith J.U. (éds), *Evaluation of Soil Organic Matter Models Using Existing, Long-Term Datasets*, OTAN ADI Série I, Vol.38, Springer-Verlag, Heidelberg, pp. 237-246.
- Flanagan L.B., Wever L.A., et Carlson P.J. (2002). Seasonal and interannual variation in carbon dioxide exchange and carbon balance in a northern temperate grassland. *Global Change Biology*, 8 : pp. 599-615.
- Follett R.F., Kimble R.F., et Lal R. (2000). The potential of U.S. grazing lands to sequester carbon. Dans : Follett R.F., Kimble J.M. et Lal R. (éds), *The potential of U.S. grazing lands to sequester carbon and mitigate the greenhouse effect*. Lewis Publishers, Boca Raton : pp. 401-430.
- Griffis T.J., Rouse W.R., et Waddington J.M. (2000). Interannual variability of net ecosystem CO₂ exchange at a subarctic fen. *Global Biogeochemical Cycles*, 14 : pp. 1109-1121.
- Guo, L.B. et Gifford R.M. (2002). Soil carbon stocks and land use change : a meta analysis. *Global Change Biology*, 8 : pp. 345-360.
- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). (1997). Houghton J.T., Meira Filho L.G., Lim B., Tréanton K., Mamaty I., Bonduki Y., Griggs D.J., et Callander B.A. (éds). *Lignes directrices du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre, version révisée 1996*. GIEC/OCDE/AIE, Paris, France.
- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). (2000). Penman J., Kruger D., Galbally I., Hiraishi T., Nyenzi B., Emmanuel S., Buendia L., Hoppaus R., Martinsen T., Meijer J., Miwa K., et Tanabe K. (éds). *Recommandations du GIEC en matière de bonnes pratiques et de gestion des incertitudes pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre*. GIEC/OCDE/AIE/IGES, Hayama, Japon.
- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). (2000b). Watson R., Noble I.R., Bolin B., Ravindranath, N.H., Verardo D.J., et Dokken D.J. (éds). *Land use, Land-use Change, and Forestry : A Special Report*. Cambridge University Press. Cambridge, Royaume-Uni.
- Kurz W.A. et Apps M.J. (1999). A 70-year retrospective analysis of carbon fluxes in the Canadian forest sector. *Ecological Applications*, 9(2) : pp. 526-547.
- Kurz W.A., Apps M.J., Webb T.M., et McNamee P.J. (1992). *The carbon budget of the Canadian forest sector : phase I. Forestry Canada, Northwest Region*. Information Report NOR-X-326, 93 pp.
- Lal R., Kimble J.M., Follet R.F., et Cole C.V. (1998). *The potential of U.S. cropland to sequester carbon and mitigate the greenhouse effect*. Ann Arbor Press, Chelsea, MI. États-Unis. 128 pp.
- Linn D.M. et Doran J.W. (1984). Effect of water-filled pore space on carbon dioxide and nitrous oxide production in tilled and non-tilled soils. *Soil Science Society of America Journal*, 48 : pp. 1267-1272.
- MacKenzie A.F., Fan M.X. et Cadrin F. (1998). Nitrous oxide emission in three years as affected by tillage, corn-soybean-alfalfa rotations, and nitrogen fertilization. *Journal of Environmental Quality*, 27 : pp. 698-703.
- Parton W.J., Schimel D.S., Cole C.V., et Ojima D.S. (1987). Analysis of factors controlling soil organic matter levels in Great Plains grasslands. *Soil Science Society of America Journal*, 51, 1173-1179.
- Paustian K., Andrén O., Janzen H.H., Lal R., Smith P., Tian G., Tiessen H., van Noordwijk M., et Wooster P.L. (1997). Agricultural soils as a sink to mitigate CO₂ emissions. *Soil Use and Management*, 13 : pp. 229-244.
- Robertson G.P., Paul E.A., et Harwood R.R. (2000). Greenhouse gases in intensive agriculture : Contributions of individual gases to the radiative forcing of the atmosphere. *Science*, 289 (5486) : pp. 1922-1925.
- Smith P., Goulding K.W., Smith K.A., Powlson D.S., Smith J.U., Falloon P.D., et Coleman K. (2001). Enhancing the carbon sink in European agricultural soils : Including trace gas fluxes in estimates of carbon mitigation potential. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 60 : pp. 237-252.
- Smith P., Powlson D.S., Glendining M.J., et Smith J.U. (1997). Potential for carbon sequestration in European soils : Preliminary estimates for five scenarios using results from long-term experiments. *Global Change Biology*, 3 : pp. 67-79.
- Smith P., Powlson D.S., Glendining M.J., Smith J.U. (1998). Preliminary estimates of the potential for carbon mitigation in European soils through no-till farming. *Global Change Biology*, 4 : pp. 679-685.

- Smith P., Powlson D.S., Smith J.U., Falloon P.D., et Coleman K. (2000). Meeting Europe's climate change commitments : Quantitative estimates of the potential for carbon mitigation by agriculture. *Global Change Biology*, 6 : pp. 525-539.
- Tian H., Melillo J.M., Kicklighter D.W., McGuire A.D., Helfrich J.V.K. III, Moore B.I., et Vorosmarty C.J. (1998). Effect of interannual climate variability on carbon storage in Amazonian ecosystems. *Nature*, 396 : pp. 664-667.
- Tate K.R., Scott N.A., Saggart S., Giltrap D.J., Baisden W.T., Newsome P.F., Trotter C.M., et Wilde R.H. (2003). Land-use change alters New Zealand's terrestrial carbon budget : Uncertainties associated with estimates of soil carbon change between 1990-2000. *Tellus*, 55B : pp. 364-377.
- Vinten A.J.A., Ball B.C., O'Sullivan M.F., et Henshall J.K. (2002). The effects of cultivation method, fertilizer input and previous sward type on organic C and N storage and gaseous losses under spring and winter barley following long-term leys. *J. Agric. Sci. Camb.*, 139 (3), pp. 231-243.
- Weier K.L., McEwan C.W., Vallis I., Catchpoole V.R., et Myers R.J. (1996). Potential for biological denitrification of fertilizer nitrogen in sugarcane soils. *Aust. J. Agric. Res.*, 47 : pp. 67-79.

PROJETS UTCATF

- Araújo T.M., Higuchi N., et Carvalho Júnior J.A. de (1999). Comparison of formulae for biomass content determination in a tropical rain forest site in the state of Pará, Brazil. *For. Ecol. Manage.*, 117 : pp. 43-52.
- Avery T.E. et Burkhart H.E. (éds). (1983). *Forest Measurements*. 3ème édition. McGraw-Hill, New York.
- Beets P.N., Robertson K.A., Ford-Robertson J.B., Gordon J., et Maclaren J.P. (1999). Description and validation of C change : A model for simulating carbon content in managed *Pinus radiata* stands. *New Zealand Journal of Forestry Science*, 29(3) : pp. 409-427.
- Bennie A.T.P., Taylor H.M., et Georgen P.G. (1987). An assessment of the core-break method for estimating root density of different crops in the field. *Soil Till. Res.*, 9 : pp. 347-353.
- Blake, G.R. et Hartage K.H. (1986). Bulk density. Dans Klute A. (éd.). *Methods of Soil Analysis. Part 1. Physical and Mineralogical Methods*. Agronomy No. 9. ASA, Madison, WI. États-Unis : pp. 363-375.
- Bland W.L. (1989). Estimating root length density by the core-break method. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 53 : pp. 1595-1597.
- Böhm W. (1979). *Methods of studying root systems*. Springer-Verlag, New York.
- Boscolo M., Powell M., Delaney M., Brown S., et Faris R. (2000). The cost of inventorying and monitoring carbon. Lessons from the Noel Kempff Climate Action Project. *Journal of Forestry*, September, pp. 24-27 et 29-31.
- Brown J.K. et Roussopoulos J.K. (1974). Eliminating biases in the planar intercept method for estimating volumes of small fuels. *Forest Science*, 20 : pp. 350-356.
- Brown S. (1997). *Estimating biomass and biomass change of tropical forests : A primer*. FAO Forestry Paper No.134. Rome, Italie. 55 p.
- Brown S. (2002). Measuring, monitoring, and verification of carbon benefits for forest-based projects. *Phil. Trans. R. Soc. Lond.*, A 360 : pp. 1669-1684.
- Brown S., Burnham M., Delaney M., Vaca R., Powell M., et Moreno A. (2000a). Issues and challenges for forest-based carbon-offset projects : a case study of the Noel Kempff Climate Action Project in Bolivia. *Mitigation and Adaptation Strategies for Climate Change*, 5 : pp. 99-121.
- Brown S., Delaney M., et Shoch D. (2001). *Carbon monitoring, analysis, and status report for the Rio Bravo Carbon Sequestration Pilot Project*. Rapport pour le Programme de Belize. Winrock International, Arlington, VA, États-Unis.
- Brown S., Masera O., et Sathaye J. (2000b). Project-based activities. Dans : Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). (2000b). Watson R., Noble I.R., Bolin B., Ravindranath, N.H., Verardo D.J., et Dokken D.J. (éds). *Land use, Land-use Change, and Forestry : A Special Report*. Cambridge University Press. Cambridge, Royaume-Uni. Chapitre 5, pp. 283-338.
- Brown S. et Schroeder P. (1999). Spatial patterns of aboveground production and mortality of woody biomass for eastern US forests. *Ecological Applications*, 9 : pp. 968-980.

- Cahoon G. A. et Morton E.S. (1961). An apparatus for the quantitative separation of plant roots from soil. *Am. Soc. Hort. Sci.*, 78 : pp. 593-596.
- Cairns M.A., Brown S., Helmer E.H., et Baumgardner G.A. (1997). Root biomass allocation in the world's upland forests. *Oecologia*, 111 : pp. 1-11.
- Clark D.A., Brown S., Kicklighter D.W., Chambers J.Q., Thomlinson J.R., et Jian Ni (2000). Measuring net primary production in forests : concepts and field methods. *Ecological Applications*, 11 : pp. 356-370.
- Dawkins H.C. (1957). Some results of stratified random sampling of tropical high forest. *Seventh British Commonwealth Forestry Conference*, 7 (iii) : pp. 1-12.
- Delaney M., Brown S., et Powell M. (1999). *1999 Carbon-Offset Report for the Noel Kempff Climate Action Project, Bolivia*. Rapport pour The Nature Conservancy. Winrock International, Arlington, VA, États-Unis.
- Delaney M., Brown S., Lugo A.E., Torres-Lezama A., et Bello Quintero N. (1998). The quantity and turnover of dead wood in permanent forest plots in six life zones of Venezuela. *Biotropica*, 30 : pp. 2-11.
- Drew M.C. et Saker L.R. (1980). Assessment of a rapid method, using soil cores, for estimating the amount and distribution of crop roots in the field. *Plant Soil*, 55 : pp. 297-305.
- Fang J., Chen A., Peng C., Zhao S., et Ci L. (2001). Changes in forest biomass carbon storage in China between 1949 and 1998. *Science*, 292 : pp. 2320-2322.
- Fearnside P.M. (1997). Wood density for estimating forest biomass in Brazilian Amazonia. *Forest Ecology and Management*, 90(1) : pp. 59-89.
- Freese F. (1962). *Elementary forest sampling*. USDA Forest Service Handbook 232. US Government Printing Office, Washington, DC, États-Unis.
- Harmon M.E., Brown S., et Gower S.T. (1993). Consequences of tree mortality to the global carbon cycle. Dans Vinson T.S. et Kolchugina T.P. (éds). *Carbon cycling in boreal and subarctic ecosystems, biospheric response and feedbacks to global climate change*. Symposium Proceedings, USEPA, Corvallis, OR, États-Unis, pp. 167-176.
- Harmon M.E. et Sexton J. (1996). *Guidelines for measurements of woody detritus in forest ecosystems*. US LTER Publication No. 20. US LTER Network Office, Université de Washington, Seattle, WA, États-Unis. Disponible à : <http://www.lternet.edu/documents/Publications/woodydetritus/>
- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). (2000b). Watson R., Noble I.R., Bolin B., Ravindranath, N.H., Verardo D.J., et Dokken D.J. (éds). *Land use, Land-use Change, and Forestry : A Special Report*. Cambridge University Press. Cambridge, Royaume-Uni.
- Körner C. (1994). Biomass fractionation in plants : A reconsideration of definitions based on plant functions. Dans : Roy J. et Garnier E. (éds). *A Whole Plant Perspective on Carbon-Nitrogen Interactions*. SPB Academic Publishing, La Haye, pp. 173-185.
- Kraenzel M., Castillo A., Moore T., et Potvin C. (2003). Carbon storage of harvest-age teak (*Tectona grandis*) plantations, Panama. *Forest Ecology and Management*, 173 : pp. 213-225.
- Kurz W.A., Beukema S.J., et Apps M.J. (1996). Estimation of root biomass and dynamics for the carbon budget model of the Canadian forest sector. *Canadian Journal of Forest Research*, 26 : pp. 1973-1979.
- Li Z., Kurz W.A., Apps M.J., et Beukema S. (2003). Belowground biomass dynamics in the carbon budget model of the Canadian forest sector : Recent improvements and implications for the estimation of NPP and NEP. *Canadian Journal of Forest Research*, 33 : pp. 126-136.
- Lund G.H. (éd.). (1998). *IUFRO Guidelines for designing multipurpose resource inventories*. IUFRO World Service Volume 8, Vienne, Autriche.
- MacDicken K.G. (1997). *A guide to monitoring carbon storage in forestry and agroforestry projects*. Winrock International, Arlington, VA, 87 pp. Disponible à : http://www.winrock.org/REEP/PDF_Pubs/carbon.pdf
Aussi disponible en espagnol chez Fundación Solar, Guatemala, http://www.winrock.org/REEP/PDF_Pubs/fundacionsolar.pdf
- Masera O.R., Garza-Caligaris J.F., Kanninen M., Karjalainen T., Nabuurs G.J., Pussinen A., de Jong B.J., et Mohren F. (2003). Modeling carbon sequestration in afforestation and forest management projects : The CO₂ fix V.2 approach. *Ecological Modelling*, 3237, pp. 1-23.
- Page-Dumroese D.S., Jurgensen M.F., Brown R.E., et Mroz G.D. (1999). Comparison of methods for determining bulk densities of rocky forest soils. *Soil Science Society of America Journal*, 63 : pp. 379-383.

- Paivinen R., Lund G.H., Poso S., et Zawila-Niedzwiecki T. (éds). (1994). *IUFRO international guidelines for forest monitoring*. IUFRO World Series Report 5. Vienne, Autriche. 102 pp.
- Parresol B.R. (1999). Assessing tree and stand biomass : A review with examples and critical comparisons. *Forest Science*, 45(4) : pp. 573-593.
- Parton W.J., Schimel D.S., Cole C.V., et Ojima D.S. (1987). Analysis of factors controlling soil organic matter levels in Great Plains grasslands. *Soil Science Society of America Journal*, 51 : pp. 1173-1179.
- Pérez L.D. et Kanninen M. (2002). Wood specific gravity and aboveground biomass of *Bombacopsis quinata* plantations in Costa Rica. *Forest Ecology and Management*, 165 (1-3) : pp. 1-9.
- Pérez L.D. et Kanninen M. (2003). Aboveground biomass of *Tectona grandis* plantations in Costa Rica. *Journal of Tropical Forest Science*, 15(1) : pp. 199-213.
- Pinard M. et Putz F. (1997) : Monitoring carbon sequestration benefits associated with a reduced impact logging project in Malaysia. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 2 : pp. 203–215.
- Phillips D.L., Brown S.L., Schroeder P.E., et Birdsey R.A. (2000). Toward error analysis of large-scale forest carbon budgets. *Global Ecology and Biogeography*, 9(4) : pp. 305-313.
- Post W.M., Izaurre R.C., Mann L.K., et Bliss N. (1999) : Monitoring and verifying soil carbon sequestration. Dans : Rosenberg N., Izaurre R.C., et Malone E.L. (éds). *Carbon Sequestration in Soils*. Batelle Press, pp. 41–82.
- Ritson P. et Sochacki S. (2003). Measurement and prediction of biomass and carbon content of *Pinus pinaster* trees in farm forestry plantations, south-western Australia. *Forest Ecology and Management*, 175 : pp. 103-117.
- Sampson, R.N. et Scholes R.J. (2000). Additional human-induced activities—Article 3.4. Dans : Groupe d’experts intergouvernemental sur l’évolution du climat (GIEC). (2000b). Watson R., Noble I.R., Bolin B., Ravindranath, N.H., Verardo D.J., et Dokken D.J. (éds). *Land use, Land-use Change, and Forestry : A Special Report*. Cambridge University Press. Cambridge, Royaume-Uni. Chapitre 4, pp. 181-281.
- Schlegel B., Gayoso J., et Guerra J. (2001). *Manual de procedimiento para inventarios de carbono en ecosistemas forestales : Medición de la capacidad de captura de carbono en bosques de Chile y promoción en el mercado mundial*. Universidad Austral de Chile. 14 pp.
- Schroeder P., Brown S., Mo J., Birdsey R., et Cieszewski C. (1997). Biomass estimation for temperate broadleaf forests of the Unites States using inventory data. *Forest Science*, 43 (3) : pp. 424-434.
- Schroth G., D’Angelo S.A., Teixeira W.G., Haag D., et Lieberei R. (2002). Conversion of secondary forest to agroforestry and monoculture plantations in Amazonia : Consequences for biomass, litter, and soil carbon stock after 7 years. *Forest Ecology and Management*, 163 : pp. 131-150.
- Segura M. et Kanninen M. (2002). Inventario para estimar carbono en ecosistemas forestales tropicales. Dans : Orozco L. et Brumér C. (éds). *Inventarios forestales para bosques latifoliados en America Central*. CATIE : Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, pp. 202-216.
- Senelwa, K et Sims R.E.H. (1998). Tree biomass equations for short rotation eucalypts grown in New Zealand. *Biomass and Energy*, 13(3) : pp. 133-140.
- Shepherd D. et Montagnini F. (2001). Carbon sequestration potential in mixed and pure tree plantations in the humid tropics. *Journal of Tropical Forest Science*, 13(3) : pp. 450-459.
- Smucker A.J.M., McBurney S.L., et Srivastava A.K. (1982). Quantitative separation of roots from compacted soil profiles by the hydropneumatic elutriation system root and soil separation, root response to adverse soil environment. *Agron. J.*, 74 : pp. 499-503.
- Sokal R.R. et Rohlf F.J. (1995). *Biometry : The principles and practice of statistics in biological research*. 3ème édition. W. H. Freeman and Co., New York.
- Zar J.H. (1996). *Biostatistical analysis*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, États-Unis.

QUESTIONS COMMUNES

AUTEURS ET REVISEURS

Auteurs principaux co-ordinateurs

Newton Paciornik (Brésil) et Kristin Rypdal (Norvège)

Auteurs principaux

Rainer Baritz (Allemagne), Simon Barry (Australie), Albertus Johannes Dolman (Pays-Bas), Marlen Eve (États-Unis), Michael Gillenwater (États-Unis), Michael Kohl (Allemagne), Dina Kruger (États-Unis), Bo Lim (Royaume-Uni/PNUD), Raisa Makipaa (Finlande), Giorgio Matteucci (Commission européenne), Toshinori Okuda (Japon), Keith Porter (Jamaïque), María José Sanz-Sánchez (Espagne), T.P. Singh (Inde), Göran Ståhl (Suède), Riccardo Valentini (Italie), et Martina Van Der Merwe (Afrique du Sud)

Auteurs

Sandra Brown (États-Unis), Ketil Flugsrud (Norvège), Gen Inoue (Japon), Gerald Kaendler (Allemagne), Anders Lindroth (Suède), Kenlo Nishida (Japon), Steve Ogle (États-Unis), Mats Olsson (Suède), Gareth Philips (États-Unis), Fran Sussman (États-Unis), Yoshiki Yamagata (Japon), Ed Vine (États-Unis), et Christian Wirth (Allemagne)

Réviseurs

Jamidu Katima (Tanzanie) et Tom Wirth (États-Unis)

Table des matières

5.1	INTRODUCTION	5.7
5.2	IDENTIFICATION ET QUANTIFICATION DES INCERTITUDES	5.8
5.2.1	Introduction	5.8
5.2.2	Méthodes pour la combinaison des incertitudes	5.10
5.2.2.1	Niveau 1 – Propagation d’erreur simple	5.10
5.2.2.2	Estimation des incertitudes par catégorie à l’aide de l’analyse Monte Carlo (Niveau 2)	5.11
5.2.3	Considérations pratiques pour la quantification des incertitudes des données d’entrée.....	5.14
5.2.4	Exemple de l’analyse de l’incertitude	5.16
5.2.5	Notification et documentation	5.20
5.3	ÉCHANTILLONNAGE	5.21
5.3.1	Introduction	5.21
5.3.2	Vue d’ensemble sur les principes d’échantillonnage	5.21
5.3.3	Conception de l’échantillonnage.....	5.22
5.3.3.1	Utilisation de données auxiliaires et de stratification	5.22
5.3.3.2	Échantillonnage systématique	5.23
5.3.3.3	Parcelles échantillons permanentes et données de séries temporelles	5.23
5.3.4	Méthodes d’échantillonnage pour l’estimation des superficies	5.24
5.3.4.1	Estimation de la superficie au moyen des proportions	5.25
5.3.4.2	Estimation directe de la superficie	5.25
5.3.5	Méthodes d’échantillonnage pour l’estimation des émissions et absorptions de gaz à effet de serre	5.25
5.3.6	Incertitudes des relevés basés sur des échantillons	5.26
5.3.6.1	Types d’erreurs	5.26
5.3.6.2	Taille de l’échantillon et erreur d’échantillonnage.....	5.27
5.3.6.3	Quantification des erreurs des relevés basés sur échantillons	5.28
5.4	CHOIX MÉTHODOLOGIQUE — IDENTIFICATION DES CATÉGORIES CLÉS	5.29
5.4.1	Introduction	5.29
5.4.2	Méthodes quantitatives pour la détermination des catégories clés	5.29
5.4.2.1	Méthode de Niveau 1 pour l’identification des catégories de sources et puits clés	5.33
5.4.2.2	Méthode de Niveau 2 pour l’identification des catégories de sources et puits clés	5.36
5.4.3	Critères qualitatifs	5.38
5.4.4	Identification des catégories clés aux termes des Articles 3.3 et 3.4 du Protocole de Kyoto	5.38
5.4.5	Application des résultats	5.40
5.4.6	Notification et documentation	5.41
5.4.7	Détermination du seuil pour l’analyse de catégorie clé de Niveau 1	5.42

5.4.7.1	Hypothèses sur les incertitudes	5.42
5.4.7.2	Niveau d'émissions	5.43
5.4.7.3	Tendance	5.44
5.4.8	Exemple d'analyse de catégorie clé de Niveau 1	5.45
5.5	ASSURANCE DE LA QUALITÉ ET CONTRÔLE DE LA QUALITÉ	5.49
5.5.1	Introduction	5.49
5.5.2	Plan AQ/CQ	5.50
5.5.3	Procédures CQ générales (Niveau 1).....	5.51
5.5.4	Procédures CQ spécifiques à la catégorie de source ou de puits (Niveau 2)	5.52
5.5.5	Examen des procédures AQ	5.53
5.5.6	Documentation, archivage et notification	5.54
5.5.7	Questions relevant des Articles 3.3 et 3.4 du Protocole de Kyoto	5.55
5.6	COHÉRENCE DES SÉRIES TEMPORELLES ET RECALCULS	5.56
5.6.1	Introduction	5.56
5.6.2	Cohérence des séries temporelles et changements méthodologiques	5.56
5.6.3	Recalculs et données périodiques	5.58
5.6.4	Questions relevant des Articles 3.3 et 3.4 du Protocole de Kyoto	5.60
5.6.5	Notification et documentation	5.60
5.7	VERIFICATION	5.61
5.7.1	Introduction	5.61
5.7.2	Méthodes de vérification	5.62
5.7.3	Recommandations en matière de vérification des inventaires UTCATF	5.69
5.7.4	Questions spécifiques liées au Protocole de Kyoto	5.71
5.7.5	Notification et documentation	5.72
5.7.6	Informations détaillées pour les méthodes de vérification	5.73
Références		5.77

Équations

Équation 5.2.1 Estimation des incertitudes par catégories (Niveau 1).....	5.10
Équation 5.2.2 Incertitude générale des émissions nationales (Niveau 1)	5.11
Équation 5.4.1 Évaluation du niveau (Niveau 1)	5.33
Équation 5.4.2 Évaluation de la tendance (Niveau 1)	5.34
Équation 5.4.3 Évaluation de la tendance avec émissions égales à zéro pour l'année courante	5.35
Équation 5.4.4 Évaluation du niveau (Niveau 2).....	5.37
Équation 5.4.5 Évaluation de la tendance (Niveau 2)	5.37

Figures

Figure 5.3.1 Principes de l'échantillonnage	5.21
Figure 5.3.2 Disposition de parcelles aléatoire simple (gauche) et systématique (droite)	5.23
Figure 5.3.3 Utilisation de différentes conceptions d'échantillonnage (unités permanentes et temporaires) pour l'estimation des variations	5.24
Figure 5.3.4 Relation entre l'erreur type de l'estimation de la superficie $s(A)$, la proportion de la catégorie d'utilisation des terres p , et la taille de l'échantillon n	5.27
Figure 5.4.1 Diagramme décisionnel pour l'identification des catégories de sources et puits clés ...	5.30
Figure 5.4.2 Diagramme décisionnel pour le choix d'une méthode conforme aux <i>bonnes pratiques</i>	5.41
Figure 5.4.3 Graphe de l'incertitude cumulative par rapport aux émissions cumulatives	5.43
Figure 5.4.4 Fraction des émissions requises pour atteindre 90 pour cent de la somme de la contribution par les incertitudes dans différents inventaires. Avec et sans UTCATF (avec UTCATF et utilisation des valeurs absolues des émissions)	5.43
Figure 5.4.5 Fraction des émissions requises pour atteindre 90 pour cent de la somme de la contribution par les incertitudes de la tendance dans différents inventaires. Avec et sans UTCATF (avec UTCATF et utilisation des valeurs absolues des émissions)	5.44
Figure 5.6.1 Estimation recalculée pour 2003 basée sur l'extrapolation linéaire	5.59

Tableaux

Tableau 5.3.1	Exemple d'estimation de superficie au moyen des proportions	5.25
Tableau 5.4.1	Suggestion de catégories de sources/puits du GIEC UTCATF et non UTCATF	5.31
Tableau 5.4.2	Tableur pour l'analyse de Niveau 1 – Évaluation du niveau avec les catégories UTCATF	5.34
Tableau 5.4.3	Tableur pour l'analyse de Niveau 1 – Évaluation de la tendance avec les catégories UTCATF	5.35
Tableau 5.4.4	Lien entre des activités identifiées au Chapitre 3 et au Chapitre 4 et les catégories source/puits du GIEC pour le secteur ITCATF	5.39
Tableau 5.4.5	Récapitulatif d'analyse de catégorie clé	5.42
Tableau 5.4.6	Incertitudes supposées pour déterminer un seuil de catégorie clé, avec UTCATF	5.42
Tableau 5.4.7	Exemple d'évaluation de niveau pour un pays visé à l'Annexe I	5.45
Tableau 5.4.8	Analyse de la tendance avec UTCATF	5.47
Tableau 5.5.1	Procédures CQ générales de Niveau 1 pour les inventaires	5.51
Tableau 5.6.1	Résumé des méthodes applicables pour assurer la cohérence des séries temporelles ...	5.58
Tableau 5.7.1	Applicabilité des méthodes de vérification pour l'identification des superficies terrestres, des bassins de carbone et des gaz à effet de serre sans CO ₂	5.63
Tableau 5.7.2	Caractéristiques de certaines des principales plateformes de télédétection.....	5.76

Encadrés

Encadré 5.2.1	Exemple de l'expression de l'incertitude	5.9
Encadré 5.2.2	Niveau d'agrégation de l'analyse de Niveau 1	5.11
Encadré 5.2.3	Évaluation de l'incertitude de Niveau 2 pour les variations du carbone des sols agricoles aux États-Unis	5.14
Encadré 5.2.4	Incertitudes des estimations basées sur des modèles	5.16
Encadré 5.5.1	Définitions d'Assurance de la qualité et Contrôle de la qualité	5.49
Encadré 5.5.2	Examen par des tiers experts	5.54
Encadré 5.6.1	Exemple de cas d'inventaire forestier national effectué tous les cinq ans	5.58
Encadré 5.6.2	Exemple de modélisation des émissions d'un site dans le temps	5.59
Encadré 5.7.1	Définition de la vérification pour l'inventaire	5.61
Encadré 5.7.2	Recommandations pour le choix des éléments d'inventaire à vérifier et des méthodes de vérification	5.69
Encadré 5.7.3	Vérification d'un inventaire pour le secteur UTCATF dans un inventaire national	5.70
Encadré 5.7.4	Conseils pour la vérification des bassins de carbone et des activités	5.71
Encadré 5.7.5	Vérifications pour le secteur UTCATF aux termes du Protocole de Kyoto	5.72
Encadré 5.7.6	Programmes et réseaux pertinents pour le secteur UTCATF	5.73

5.1 INTRODUCTION

Plusieurs questions générales ou communes doivent être examinées lors de l'élaboration d'inventaires nationaux d'émissions et absorptions de gaz à effet de serre. Le présent chapitre contient des *recommandations en matière de bonnes pratiques* à propos de six points identifiés dans les *Recommandations en matière de bonnes pratiques et gestion des incertitudes pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre (GPG2000, GIEC, 2000)*, qui complètent les analyses précédentes avec l'inclusion du secteur d'utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie (UTCATF). Ces points sont les suivants :

- **Évaluation de l'incertitude** : L'incertitude doit être estimée pour toutes les catégories de l'inventaire et pour l'inventaire dans son ensemble. *GPG2000* contient des recommandations pratiques pour l'estimation et la combinaison des incertitudes, ainsi qu'une analyse des principes sous-jacents à l'incertitude de l'inventaire. La Section 5.2, Identification et quantification des incertitudes, du présent chapitre, examine les principaux types d'incertitude dans le secteur UTCATF et présente des informations spécifiques sur l'application des *recommandations en matière de bonnes pratiques* de *GPG2000* à ce secteur.
- **Échantillonnage** : Les données pour le secteur UTCATF proviennent souvent de relevés échantillons (superficies terrestres, stocks de biomasse, carbone des sols, etc.) et servent, en général, à estimer les changements d'affectation de terres ou les variations des stocks de carbone. La Section 5.3, Échantillonnage, contient des *recommandations en matière de bonnes pratiques* pour la planification et l'utilisation de relevés échantillons pour la notification des émissions et absorptions de gaz à effet de serre au niveau national. Elle présente également une vue d'ensemble des liens entre la conception de l'échantillonnage et l'estimation des incertitudes.
- **Analyse des catégories clés** : Le Chapitre 7 de *GPG2000*, Choix de méthode et recalculs, présente le principe de l'analyse des sources clés. Sous sa forme initiale, ce principe ne s'applique qu'aux catégories de sources. La Section 5.4, Choix méthodologique—Identification des catégories clés, du présent chapitre, développe ce principe pour permettre l'identification des catégories clés qui sont des sources ou des puits. Des *recommandations en matière de bonnes pratiques* expliquent comment identifier les catégories clés du secteur UTCATF pour l'inventaire conformément à la CCNUCC ; des recommandations supplémentaires sont fournies pour identifier les catégories clés associées aux informations supplémentaires notifiées aux termes des Articles 3.3 et 3.4 du Protocole de Kyoto.
- **Assurance de la qualité et contrôle de la qualité (AQ/CQ)** : Comme indiqué au Chapitre 8 de *GPG2000*, un système AQ/CQ est une composante majeure de la préparation d'un inventaire. Dans le présent chapitre, la Section 5.5 décrit les éléments du système AQ/CQ nécessaires pour le secteur UTCATF et présente des *recommandations en matière de bonnes pratiques* spécifiques pour la mise en œuvre d'un contrôle de la qualité de Niveau 2 dans ce secteur, qui complètent les informations du Chapitre 2, Base d'une représentation cohérente des superficies terrestres, et du Chapitre 3, Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur CATF, du présent rapport. Des questions relatives à l'assurance et au contrôle de la qualité et spécifiques au Protocole de Kyoto sont aussi examinées.
- **Cohérence des séries temporelles** : Il est indispensable de veiller à la cohérence des séries temporelles des estimations d'inventaires pour assurer la fiabilité des tendances notifiées. Le Chapitre 7 de *GPG2000* décrit plusieurs méthodes destinées à assurer la cohérence des séries temporelles lorsqu'il n'est pas possible d'utiliser les mêmes méthodes et/ou données pour toute la période étudiée. La Section 5.6, Cohérence des séries temporelles et recalculs, du présent chapitre, examine ces méthodes dans le cadre de cas spécifiques qui peuvent se présenter lors des estimations d'émissions et d'absorptions pour le secteur UTCATF.
- **Vérification** : Les vérifications peuvent améliorer la qualité de l'inventaire, et, à terme, les connaissances scientifiques. Des méthodes de vérification et des recommandations pratiques pour la vérification des estimations dans le secteur UTCATF sont décrites à la Section 5.7 du présent chapitre.

Le présent chapitre fournit les informations nécessaires à l'application des *recommandations en matière de bonnes pratiques* pour le secteur UTCATF, mais ne répète pas toutes les informations présentées dans *GPG2000*. Les lecteurs peuvent souhaiter se reporter à *GPG2000* pour des informations générales supplémentaires. Des cas spécifiques pour lesquels il pourra être utile de se référer à *GPG2000* sont mentionnés dans les paragraphes ci-après.

5.2 IDENTIFICATION ET QUANTIFICATION DES INCERTITUDES

5.2.1 Introduction

La présente section décrit les *bonnes pratiques* en matière d'estimation et de notification des incertitudes associées aux estimations d'émissions et d'absorptions dans le secteur UTCATF et explique comment intégrer le secteur UTCATF dans la procédure présentée au Chapitre 6, Quantification des incertitudes en pratique, de *GPG2000*, pour l'évaluation des incertitudes combinées de l'inventaire.

Conformément à la définition des *bonnes pratiques*, les inventaires doivent être exacts en ceci qu'ils ne doivent être ni surestimés ni sous-estimés autant qu'on puisse en juger, et que les incertitudes doivent être réduites dans la mesure du possible. Il n'y a pas de niveau de précision pré-établi ; l'évaluation de l'incertitude a pour but d'aider à prioriser les mesures nécessaires pour améliorer l'exactitude des futurs inventaires et faciliter la prise de décisions en matière de choix méthodologique. Les incertitudes sont aussi importantes pour l'estimation de la cohérence entre des inventaires nationaux et des estimations d'émissions ou d'absorptions effectuées par d'autres organismes ou par d'autres méthodes.

Les estimations des inventaires peuvent être utilisées à des fins multiples. Dans certains cas, seul le total national sera important, alors que dans d'autres cas des données détaillées par gaz à effet de serre et par catégorie de source ou de puits seront importantes. Pour pouvoir utiliser les données dans le but recherché, les utilisateurs doivent pouvoir comprendre la fiabilité réelle de l'estimation totale et de ses composants. Par conséquent, les méthodes d'évaluation des incertitudes doivent être pratiques, scientifiquement valables, suffisamment robustes pour être appliquées à diverses catégories de source et de puits, de méthodes et de circonstances nationales, et présentées sous une forme compréhensible pour tous les utilisateurs d'inventaires.

Nombre de raisons peuvent expliquer les différences entre les émissions et absorptions réelles et les valeurs calculées dans un inventaire national. Si certaines sources d'incertitude (erreur d'échantillonnage, manque de fiabilité des instruments de mesure, etc.) peuvent fournir des estimations de la plage d'erreur potentielle bien définies et aisément caractérisées, d'autres, par exemple les erreurs systématiques, peuvent être bien plus difficiles à identifier et quantifier (Rypdal et Winiwarter, 2001). La présente section décrit comment prendre en compte les incertitudes statistiques bien définies et les données moins spécifiques caractéristiques d'autres formes d'incertitude dans le secteur UTCATF, et examine les implications pour l'incertitude de l'inventaire dans son ensemble et de ses composants.

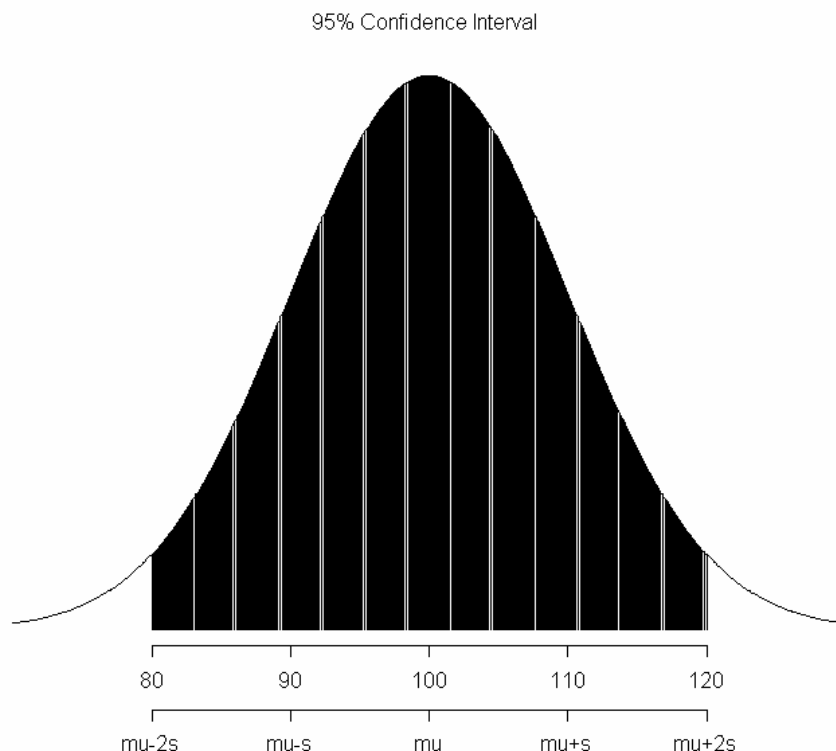
Théoriquement, les estimations d'émissions et les plages d'incertitude seront obtenues à partir de mesures spécifiques à la source. Étant donné qu'en pratique on ne peut pas mesurer ainsi chaque catégorie de source ou puits, les estimations sont souvent basées sur les caractéristiques connues de sources typiques jugées représentatives de la population de l'ensemble des sites. Cette méthode introduit d'autres incertitudes car elle suppose que les populations de ces sources se comportent, en moyenne, comme les sites mesurés. Un échantillonnage aléatoire d'une population cible permet une estimation quantitative des incertitudes. Des erreurs systématiques importantes (et donc, des estimations avec biais) peuvent se produire lorsqu'une estimation dont la précision est connue est basée sur une population différente de celle à laquelle l'estimation doit être appliquée. En pratique, on doit souvent avoir recours à des experts pour définir les plages d'incertitude.

Dans ce cas, une façon pragmatique d'obtenir des estimations quantitatives de l'incertitude consiste à utiliser les meilleures estimations disponibles, une combinaison des données mesurées disponibles et l'opinion d'experts. On peut donc appliquer les méthodes décrites dans le présent chapitre avec les plages d'incertitude spécifiques à la catégorie de source décrites aux Chapitres 2 à 4, tout en intégrant les nouvelles données empiriques disponibles.

Conformément au Chapitre 6 de *GPG2000*, Quantification des incertitudes en pratique, les incertitudes devront être exprimées sous forme d'intervalle de confiance donnant la plage dans laquelle, selon une probabilité spécifiée, la valeur sous-jacente d'une quantité incertaine devrait se trouver. Les *Lignes directrices du GIEC* suggèrent d'utiliser un intervalle de confiance de 95 pour cent, qui est l'intervalle qui a une probabilité de 95 pour cent de contenir la vraie valeur inconnue. Ceci peut être aussi exprimé sous forme de pourcentage d'incertitude, défini comme la moitié de l'intervalle de confiance divisé par la valeur estimée de la quantité (voir Encadré 5.2.1). Le pourcentage d'incertitude est applicable lorsqu'on connaît la fonction de densité de probabilité sous-jacente ou si on utilise un plan d'échantillonnage ou l'opinion d'experts. Ce principe pourra aussi être utilisé facilement pour identifier les catégories qui devront être prioritaires pour la réduction de l'incertitude.

La présente section est en accord avec le Chapitre 6 et l'Appendice 1, Base conceptuelle pour l'analyse de l'incertitude, de *GPG2000*, et présente des informations supplémentaires sur l'évaluation des incertitudes dans le secteur UTCATF. L'essentiel de l'analyse porte sur des questions liées aux émissions et absorptions de CO₂ qui n'ont pas été examinées dans le rapport précédent. On peut aussi estimer les incertitudes associées aux émissions de

gaz sans CO₂, à l'aide des recommandations du Chapitre 6 de *GPG2000*. Des méthodes permettant de combiner les incertitudes sont décrites à la Section 5.2.2, des points pratiques pour la quantification des incertitudes pour les données d'entrée à la Section 5.2.3, un exemple d'analyse de l'incertitude pour le secteur UTCATF à la Section 5.2.4, et la Section 5.2.5 examine des questions relatives à la notification et documentation. Étant donné l'importance de programmes d'échantillonnage bien conçus pour la réduction des incertitudes lors de la préparation d'inventaires UTCATF pour un grand nombre de pays, des recommandations spécifiques sur la conception de tels programmes pour les superficies terrestres et les stocks de biomasse, ainsi que des recommandations sur l'évaluation des incertitudes associées, sont présentées séparément à la Section 5.3.

ENCADRÉ 5.2.1


Dans *GPG2000*, le pourcentage d'incertitude est défini comme :

$$\text{pourcentage d'incertitude} = \frac{\frac{1}{2}(95\% \text{ de l'intervalle de confiance})}{\mu} \times 100$$

Dans cet exemple :

$$\text{pourcentage d'incertitude} = \frac{\frac{1}{2}(4\sigma)}{\mu} \times 100 = \frac{2\sigma}{\mu} \times 100 = \frac{20}{100} \times 100 = 20\%$$

Où :

σ = écart type

$\sigma = \sqrt{\text{variance}} = 10$

μ = moyenne de la distribution

On notera que cette incertitude est le double de l'erreur type relative (en pourcentage), une estimation statistique de l'incertitude relative utilisée fréquemment.

5.2.2 Méthodes pour la combinaison des incertitudes

Les estimations des variations des stocks de carbone, les émissions et absorptions imputables à des activités dans le secteur UTCATF sont entachées d'incertitudes associées aux données sur les superficies et autres activités, taux de croissance de la biomasse, facteurs d'expansion et autres coefficients. La présente section décrit comment combiner ces incertitudes au niveau de la catégorie et comment estimer l'incertitude du niveau et de la tendance pour l'ensemble de l'inventaire. On suppose que les incertitudes des estimations des données d'entrée sont connues, sous forme de valeurs par défaut figurant aux Chapitres 2, 3 et 4 du présent rapport, opinions d'experts, ou estimations basées sur un échantillonnage statistique solide (Section 5.3).

GPG2000 présente deux méthodes pour l'estimation des incertitudes combinées : une méthode de Niveau 1 utilisant des équations de propagation d'erreur simple, et une méthode de Niveau 2 utilisant l'analyse Monte Carlo ou des techniques similaires. Ces deux méthodes peuvent être appliquées pour les estimations du secteur UTCATF. On doit cependant tenir compte de certains points spécifiques car les émissions nettes peuvent être négatives si on prend en compte les émissions et les absorptions. Les organismes chargés des inventaires peuvent aussi appliquer des méthodes nationales pour estimer l'incertitude générale, par exemple des méthodes avec propagation d'erreur qui évitent les approximations simplificatrices associées à la méthode de Niveau 1, auquel cas, conformément aux *bonnes pratiques*, ils devront documenter clairement ces méthodes.

L'application de ces méthodes révélera la contribution des catégories et des gaz à effet de serre individuels à l'incertitude des émissions totales pour une année donnée, et à la tendance interannuelle des émissions totales. La méthode de Niveau 1 est basée sur des tableurs, ce qui facilite sa mise en œuvre. Pour tous les pays, les *bonnes pratiques* consisteront à effectuer une analyse de l'incertitude à ce niveau. Les organismes chargés des inventaires pourront aussi analyser l'incertitude par la méthode de Niveau 2 ou par des méthodes nationales. On pourra combiner les estimations de l'incertitude pour le secteur UTCATF et les estimations de l'incertitude pour le secteur non UTCATF (obtenues au moyen de méthodes conformes aux *bonnes pratiques* décrites dans *GPG2000*) afin de calculer l'incertitude générale de l'inventaire.

5.2.2.1 NIVEAU 1 – PROPAGATION D'ERREUR SIMPLE

La méthode de Niveau 1 pour la combinaison des incertitudes est fondée sur l'équation de propagation d'erreur présentée à la Section A1.4.3.1 (Équation de propagation d'erreur) à l'Appendice 1 (Base conceptuelle pour l'analyse des incertitudes) de *GPG2000*. Des recommandations pratiques sur l'application de la méthode de Niveau 1 pour analyser l'incertitude des estimations d'émissions figurent à la Section 6.3.2 (Niveau 1 – Estimation des incertitudes par catégorie de source avec hypothèses de simplification) de *GPG2000*.

Pour estimer les incertitudes des tendances, on peut utiliser la méthode décrite à la Section 6.3.2 de *GPG2000* lorsqu'on ajoute les émissions et les absorptions. On peut également utiliser le Tableau 6.1, Calcul et présentation d'incertitude de Niveau 1, de *GPG2000*, pour une méthode de calcul de l'incertitude de Niveau 1, comprenant le secteur UTCATF.

On peut utiliser l'Équation 5.2.1 pour estimer l'incertitude du produit de plusieurs quantités, par exemple, lorsqu'une estimation d'émissions est exprimée comme le produit d'un facteur d'émissions et de données d'activités. Elle s'applique lorsqu'il n'y a pas de corrélation significative entre les données et lorsque les incertitudes sont relativement faibles (écart type inférieur à 30 pour cent de la moyenne). L'équation permet également d'obtenir des résultats approximatifs lorsque les incertitudes sont plus élevées. S'il y a corrélation significative, on peut modifier l'Équation 5.2.1, comme indiqué à la Section A1.4.3.1 de *GPG2000*, ou grouper les données selon les recommandations de l'Encadré 5.2.2 dans la présente section et les paragraphes sur la dépendance et la corrélation à la Section 5.2.2.2.

ÉQUATION 5.2.1
ESTIMATION DES INCERTITUDES PAR CATEGORIES (NIVEAU 1)

$$I_{\text{total}} = \sqrt{I_1^2 + I_2^2 + \dots + I_n^2}$$

Où : I_{total} = pourcentage d'incertitude dans le produit des quantités (moitié de l'intervalle de confiance de 95 pour cent divisé par le total et exprimé en pourcentage) ;

I_i = pourcentage d'incertitude associé à chaque quantité, $i = 1, \dots, n$

ENCADRE 5.2.2
NIVEAU D'AGREGATION DE L'ANALYSE DE NIVEAU 1

Il y a souvent corrélation entre les données d'entrée de l'analyse de l'incertitude, comme dans le cas où les mêmes données d'activités ou les mêmes facteurs d'émissions sont utilisés dans plusieurs estimations qui seront ensuite ajoutées. Souvent, ces corrélations ne peuvent pas être détectées statistiquement, en particulier si on a utilisé des valeurs par défaut ou des statistiques approximatives sur les superficies. On peut toutefois estimer qualitativement la corrélation probable en évaluant, par exemple, si les estimations proviennent de la même source ou s'il existe d'autres dépendances logiques susceptibles de causer un écart dans le même sens pour différentes estimations (si la corrélation est positive). On peut prévenir la corrélation résultant de ces dépendances en groupant les catégories de source/puits à un niveau où elles seront éliminées. On peut, par exemple, ajouter les facteurs d'émissions pour tous les bassins de carbone pour une certaine catégorie d'utilisation des terres avant de les multiplier par des données d'activités. Ce groupement donne des résultats plus fiables dans l'ensemble, mais la notification des incertitudes est moins détaillée. Le Tableau 5.4.2 de la Section 5.4 contient des recommandations sur le niveau d'agrégation pour l'analyse de la catégorie clé, qui sont aussi applicables à l'analyse de l'incertitude de Niveau 1.

L'Équation 5.2.2 peut être utilisée lorsque des quantités incertaines doivent être combinées par addition ou soustraction, comme pour le calcul de l'incertitude générale des estimations nationales. Cette équation est une adaptation de l'Équation 6.3 de *GPG2000*. Cependant, l'inclusion du secteur UTCATF dans l'analyse peut avoir pour effet la somme des émissions et des absorptions (ces dernières avec un signe négatif), et on devra donc utiliser la valeur absolue de la somme de toutes les estimations des catégories dans le dénominateur.

ÉQUATION 5.2.2
INCERTITUDE GENERALE DES EMISSIONS NATIONALES (NIVEAU 1)

$$I_E = \frac{\sqrt{(I_1 \cdot E_1)^2 + (I_2 \cdot E_2)^2 + \dots + (I_n \cdot E_n)^2}}{|E_1 + E_2 + \dots + E_n|}$$

Où : I_E = pourcentage d'incertitude de la somme
 I_i = pourcentage d'incertitude associée à la source/au puits i
 E_i = estimation des émissions/absorptions pour la source/le puits i

Comme pour l'Équation 5.2.1, l'Équation 5.2.2 suppose une absence de corrélation significative entre les estimations d'émissions et d'absorptions, et des incertitudes relativement faibles. Elle peut cependant être utilisée avec des incertitudes relativement élevées, auquel cas elle donne des résultats approximatifs. S'il existe une corrélation significative, avec un niveau de corrélation connu, on peut modifier l'Équation 5.2.1 à partir de l'équation figurant à la Section A1.4.3.1 à l'Appendice 1 de *GPG2000*. Sinon, on groupera les catégories (voir Encadré 5.2.2), ou on utilisera l'analyse Monte Carlo (Niveau 2).

5.2.2.2 ESTIMATION DES INCERTITUDES PAR CATEGORIE A L'AIDE DE L'ANALYSE MONTE CARLO (NIVEAU 2)

L'analyse Monte Carlo est appropriée pour une évaluation détaillée de l'incertitude par catégorie au Niveau 2. La présente section complète les recommandations sur l'analyse Monte Carlo figurant au Chapitre 6 de *GPG2000*, avec des recommandations spécifiques au secteur UTCATF. Il sera utile de se référer à *GPG2000* à titre d'information générale, même si certaines informations du Chapitre 6 sont reproduites ici.

L'analyse Monte Carlo est particulièrement utile lorsqu'il existe de nombreuses données d'utilisation des terres spécifiques au pays. Elle peut prendre en compte divers niveaux de corrélation (temporelle et entre les catégories) et permet d'évaluer l'incertitude de modèles complexes et d'effectuer des calculs simples dans lesquels un facteur de gestion (ou facteur d'émissions) est multiplié par des données d'activités. On trouvera une description générale de l'analyse Monte Carlo dans Fishman (1996), et il existe plusieurs logiciels statistiques, dont certains avec des algorithmes conviviaux pour l'analyse Monte Carlo. Winiwarter et Rypdal (2000) et Eggleston *et al.* (1998) contiennent des exemples d'application de l'analyse Monte Carlo à des inventaires de gaz à effet de serre pour l'estimation des incertitudes des émissions totales et des tendances d'émissions. Ogle *et al.* (2003) documente une analyse Monte Carlo de l'incertitude pour la fraction des sols agricoles de l'inventaire de carbone du secteur UTCATF aux États-Unis. Un bref exemple d'application de l'analyse Monte Carlo, basé sur Ogle *et al.* (2003), est présenté dans l'Encadré 5.2.3.

GENERALITES SUR L'ANALYSE MONTE CARLO

Le principe de l'analyse Monte Carlo consiste à choisir des valeurs aléatoires pour des paramètres d'estimations et des données d'activités à partir de fonctions de densité de probabilité (FDP), et à calculer les variations correspondantes des stocks de carbone (ou équivalents carbone). Cette procédure est répétée de nombreuses fois pour fournir une valeur moyenne et une plage d'incertitude (une FDP pour les émissions et absorptions) résultant de la variabilité des variables d'entrée du modèle représentées par des FDP. L'analyse Monte Carlo peut être appliquée au niveau des catégories, pour des agrégations de catégories ou pour l'ensemble de l'inventaire.

La variabilité des variables d'entrée est quantifiée dans des fonctions de distribution de probabilité, avec description des types de valeurs possibles pour la variable. La troncature des FDP peut être nécessaire si on sait que certains seuils existent dans les variables d'entrée. Par exemple, des estimations de base du carbone des sols peuvent être faibles, mais ne seront jamais négatives (les sols ne peuvent pas avoir moins de 0 pour cent de carbone) ; par conséquent, une distribution susceptible d'avoir des valeurs négatives devra être tronquée à 0, bien que des valeurs négatives et positives puissent être significatives, par exemple lorsqu'un processus peut produire un terme de source ou de puits.

Les FDP peuvent être basées sur des données de terrain, sur l'opinion d'experts, ou sur une combinaison des deux, et peuvent être associées pour tenir compte des interactions, notamment les corrélations temporelles ou entre les gaz pour les données d'activités et les corrélations entre les facteurs de gestion. Si ces interactions ne sont pas prises en compte, l'estimation de l'incertitude peut être trop élevée ou trop faible, selon les corrélations, et les résultats sont moins significatifs.

Après établissement des FDP, la mise en œuvre de l'analyse Monte Carlo est un processus itératif. Un ensemble de valeurs d'entrée est choisi aléatoirement dans chaque FDP ; le modèle est ensuite utilisé avec ces valeurs et produit une estimation ; le processus est répété un très grand nombre de fois, et les résultats de chaque suite de calculs établissent une FDP pour l'estimation de l'inventaire dans son ensemble.

ESTIMATION DES INCERTITUDES DES NIVEAUX ET DES TENDANCES

Comme toutes les méthodes, l'analyse Monte Carlo ne fournit des résultats corrects qu'à condition d'être appliquée correctement, et les résultats ne seront valides que dans la mesure où les données d'entrée, y compris les FDP, les corrélations et les opinions d'experts, sont correctes.

L'analyse Monte Carlo consiste en cinq étapes clairement définies. Seules les deux premières étapes exigeront un travail de la part de l'utilisateur, les autres étapes étant effectuées par le logiciel.

- Étape 1 : Spécification des incertitudes des variables d'entrée. Ceci inclut les paramètres d'estimations et les données d'activités UTCATF, leurs moyennes associées et les fonctions de distribution de probabilité (FDP), et toutes corrélations. L'évaluation des incertitudes s'effectue conformément aux recommandations de la Section 5.2.3 (Considérations pratiques pour la quantification des incertitudes des données d'entrée) et de la Section 5.2.4 (Exemple d'analyse de l'incertitude) du présent chapitre. Pour des recommandations sur l'évaluation des corrélations, voir ci-dessous.
- Étape 2 : Paramétrage du logiciel. Paramétrer le calcul de l'inventaire d'émissions, les FDP et les valeurs de corrélation dans le logiciel Monte Carlo. Le logiciel exécute les étapes suivantes. Dans certains cas, l'organisme chargé de l'inventaire peut choisir d'établir son propre programme pour exécuter une simulation Monte Carlo, ce qui peut être fait avec un logiciel de statistiques.
- Étape 3 : Sélection des valeurs d'entrée. Les valeurs d'entrée seront normalement les estimations conformes aux *bonnes pratiques* appliquées aux calculs. Ceci marque le début des itérations. Pour chaque élément de données d'entrée, un nombre est choisi aléatoirement à partir de la FDP de cette variable.
- Étape 4 : Estimation des stocks de carbone. Les variables choisies à l'Étape 3 sont utilisées pour estimer les stocks de carbone pour l'année de référence et l'année courante (début et fin de la période d'inventaire ; année $t-20$ et année t) basé sur les valeurs d'entrée.
- Étape 5 : Itération et vérification des résultats. Le total calculé à l'Étape 4 est mémorisé et le processus répété à partir de l'Étape 3. La moyenne des totaux mémorisés fournit une estimation des stocks de carbone, et la variabilité représente l'incertitude. Ce type d'analyse exige un grand nombre de répétitions. Le nombre d'itérations peut être déterminé de deux façons : en établissant le nombre d'exécutions du modèle, a priori – par exemple dix mille – et en laissant la simulation se poursuivre jusqu'à ce qu'elle atteigne le nombre choisi, ou en laissant la moyenne atteindre un point relativement stable avant de terminer la simulation.

L'analyse Monte Carlo peut aussi servir à estimer les incertitudes de la tendance (variations entre deux années) résultant des activités UTCATF. La procédure est une simple extension de celle décrite précédemment. L'analyse Monte Carlo doit être établie pour estimer les stocks pour les deux années simultanément. Les procédures sont les mêmes que celles décrites précédemment, à l'exception des variations des Étapes 1 et 2 :

Étape 1 : Même procédure que celle décrite précédemment, mais doit être appliquée à l'année de référence et à l'année courante ; on doit donc tenir compte d'interactions supplémentaires. Pour un grand nombre de catégories UTCATF, on utilisera le même facteur d'émissions pour chaque année (c'est-à-dire que les facteurs d'émissions pour les deux années sont corrélés à 100 pour cent). Les données d'activités pour l'utilisation des terres et les émissions sont souvent corrélées temporellement, et ceci devra aussi être représenté dans le modèle.

Étape 2 : On effectuera le paramétrage du logiciel comme indiqué précédemment, mais les fonctions de distribution de probabilité (FDP) devront représenter la relation entre les stocks de carbone pour l'année de référence et l'année courante. Dans les cas où on suppose 100 pour cent de corrélation pour les données d'entrée entre les années (ce qui sera le cas pour un grand nombre de paramètres d'estimations UTCATF), on utilisera le même nombre aléatoire sélectionné dans la fonction de distribution de probabilité pour les estimation des deux années.

SPECIFICATION DES DISTRIBUTIONS DE PROBABILITE POUR DES ENTREES D'INVENTAIRE

Les données utilisées dans une analyse de l'incertitude peuvent être obtenues à partir d'essais de terrains ou en sollicitant l'opinion d'experts, et doivent être synthétisées pour permettre d'établir les fonctions de distribution de probabilité. On devra poser les questions clés suivantes au sujet des données :

- Les données sont-elles représentatives des pratiques de gestion et autres circonstances nationales ?
- Quelle est la moyenne temporelle associée à l'ensemble de données, et est-elle la même que celle associée à l'évaluation ?

En général, les données disponibles représenteront une moyenne annuelle pour un paramètre d'estimations ou un total annuel pour des données d'activités.

Avec la simulation Monte Carlo, l'analyste doit spécifier les distributions de probabilité (voir Fishman 1996) qui représentent raisonnablement chaque entrée de modèle pour laquelle l'incertitude doit être quantifiée. Les distributions de probabilité peuvent être basées sur des recommandations du Chapitre 3 du présent rapport, ou être obtenues par diverses méthodes, y compris l'analyse statistique des données, ou la sollicitation de l'opinion d'experts comme décrit au Chapitre 6 de *GPG2000*. Il est particulièrement important de développer les distributions pour les variables d'entrée du modèle de calcul des émissions/absorptions de façon à ce qu'elles soient basées sur des hypothèses sous-jacentes cohérentes concernant les moyennes temporelles, l'emplacement et autres facteurs pertinents à l'évaluation spécifique (par exemple, conditions climatiques influant sur les émissions de gaz à effet de serre). Voir aussi Section 5.2.3 (Considérations pratiques pour la quantification des incertitudes des données d'entrée) pour d'autres recommandations.

EVALUATION DE LA CONTRIBUTION DE CHAQUE ENTREE D'INVENTAIRE A L'INCERTITUDE GENERALE

Théoriquement, le travail nécessaire pour caractériser l'incertitude des données d'entrée d'un inventaire doit être proportionnel à leur importance pour l'évaluation de l'incertitude générale. Ce serait mal utiliser des ressources limitées que de consacrer un temps considérable à obtenir un maximum de données et opinions d'experts pour une catégorie de source ou de puits à faible incidence sur l'incertitude générale. Les pays sont donc invités à identifier les entrées dans des catégories spécifiques qui sont particulièrement significatives pour ce qui est de l'incertitude générale de l'inventaire, afin de hiérarchiser les améliorations. De même, ce serait une erreur d'évaluation que de ne pas consacrer suffisamment de ressources à la quantification de l'incertitude des données d'entrée ayant une incidence importante sur l'incertitude générale de l'inventaire. C'est pour cela que de nombreux analystes suggèrent une méthode dans laquelle la première itération de l'analyse de l'incertitude est une évaluation des principales sources d'incertitude. Ces informations amélioreront l'évaluation de l'incertitude générale et peuvent être très utiles pour la documentation. Des méthodes pour l'évaluation de l'importance de chaque donnée d'entrée sont décrites dans des ouvrages de référence tels que Morgan et Henrion (1990), Cullen et Frey (1999), et autres. Voir aussi Section 5.4, Choix méthodologique—Identification des catégories clés.

DEPENDANCE ET CORRELATION POUR LES DONNEES D'ENTREE DES INVENTAIRES

Les analystes examinent souvent une question clé lors du paramétrage d'une analyse probabilistique, à savoir s'il existe des dépendances ou des corrélations entre les données d'entrée du modèle. Théoriquement, il est préférable de définir le modèle de sorte que les données d'entrée soient statistiquement les plus indépendantes les unes des autres. Donc, plutôt que d'essayer d'estimer des incertitudes séparément pour chaque sous-catégorie UTCATF, il peut être préférable d'estimer l'incertitude pour des catégories agrégées pour lesquelles il peut y avoir de bonnes estimations et vérifications. Les dépendances, même si elle existent, peuvent ne pas toujours être importantes pour

L'évaluation des incertitudes. Les dépendances entre les données d'entrée ne seront importantes que si elles existent entre deux données d'entrée auxquelles l'incertitude de l'inventaire est sensible et si ces dépendances sont suffisamment élevées. A l'opposé, des dépendances faibles entre des données d'entrée, ou des dépendances élevées entre des données d'entrée sans effet sur l'incertitude de l'inventaire, seront relativement peu importantes pour l'analyse. Bien entendu, certaines interdépendances sont importantes, et si elles ne sont pas prises en compte, les résultats peuvent être trompeurs.

L'évaluation des dépendances peut être faite par évaluation de la corrélation entre les variables d'entrée par analyses statistiques. Par exemple, Ogle *et al.* (2003) ont examiné les dépendances entre les facteurs de travail du sol, et les ont estimées à partir d'un ensemble commun de données dans un modèle de régression, en calculant la covariance entre des facteurs pour un travail du sol réduit et une gestion sans travail du sol, et en utilisant cette information pour obtenir des valeurs de facteur de travail du sol avec une corrélation appropriée dans une analyse Monte Carlo. L'Encadré 5.2.3 décrit cette étude plus en détail. On devra tenir compte des corrélations possibles entre les variables d'entrée et étudier plus particulièrement celles susceptibles de présenter les dépendances les plus élevées (application de facteurs de gestion pour la même pratique pour plusieurs années d'inventaire, ou corrélations entre des activités de gestion d'une année à l'autre, par exemple). D'autres analyses et exemples sont présentés dans Cullen et Frey (1999) et Morgan et Henrion (1990). Ces documents contiennent aussi des listes de référence avec citations appropriées.

ENCADRE 5.2.3

ÉVALUATION DE L'INCERTITUDE DE NIVEAU 2 POUR DES VARIATIONS DU CARBONE DES SOLS AGRICOLES AUX ÉTATS-UNIS

Ogle *et al.* (2003) ont utilisé une analyse Monte Carlo pour évaluer des variations du carbone des sols agricoles aux États-Unis. La méthode des *Lignes directrices du GIEC* nécessite des données d'entrée pour les facteurs de gestion (les coefficients quantitatifs représentant les variations du carbone organique des sols suite à un changement d'affectation des terres ou un changement de gestion), les stocks de carbone de référence (la quantité de carbone organique des sols au niveau de référence), et les données d'activités sur l'utilisation et la gestion des terres. Les facteurs de gestion ont été estimés à partir de soixante-quinze études publiées utilisant des modèles linéaires à effets mixtes. Des fonctions de distribution de probabilité (FDP) ont été établies pour calculer l'effet de la gestion à une profondeur de 30 cm pendant vingt ans depuis sa mise en œuvre. Des stocks de référence ont été estimés à l'aide de la Base de données nationale sur la caractérisation des sols du Ministère américain de l'agriculture – un service national de conservation des ressources (USDA-NRCS) avec des estimations des stocks de carbone pour environ 3 700 échantillons de sols aux États-Unis. Les FDP étaient basées sur la moyenne et la variance des échantillons, avec prise en compte de l'autocorrélation spatiale résultant des distributions groupées. Les données sur l'utilisation des terres et la gestion ont été enregistrées dans l'Inventaire des ressources nationales (NRI ; USDA-NRCS), qui suit la gestion des terres agricoles sur plus de 400 000 points aux États-Unis, ainsi que des données sur les pratiques de travail du sol fournies par le Conservation Technology Information Center (CTIC). L'analyse Monte Carlo a été effectuée à l'aide de logiciels statistiques commercialisés et de codes développés par des analystes américains. Leur analyse a pris en compte des interdépendances entre des paramètres d'estimations calculés à partir d'ensembles de données communs. Par exemple, des facteurs pour des terres mises en réserve et des changements d'affectation des terres (conversion entre état cultivé et état non cultivé), ont été obtenus par analyse de régression simple utilisant une variable indicatrice pour les mises en réserve, et étaient donc interdépendants. Leur analyse a pris en compte les interdépendances des données d'utilisation des terres et de gestion. Lors de la simulation des valeurs d'entrée, des facteurs ont été estimés en interdépendance complète avec l'année de référence et l'année courante dans l'inventaire car on a supposé que l'effet de la gestion ne changeait pas pendant la période d'inventaire. Des facteurs ont été simulés avec des valeurs aléatoires de semences identiques. A l'opposé, des stocks de carbone de référence pour différents climats, et par zones de sols, utilisés dans l'analyse du GIEC ont été simulés indépendamment, avec des valeurs aléatoires de semences différentes, car les stocks pour chaque zone ont été calculés à partir d'ensembles de données séparés. Les analystes américains ont utilisé 50 000 itérations pour l'analyse Monte Carlo. Ogle *et al.* (2003) ont estimé pour les sols minéraux une augmentation moyenne de 10,7 Tg C an⁻¹ entre 1982 et 1997, avec un intervalle de confiance de 95 pour cent, entre 6,5 et 15,2 Tg C an⁻¹. A l'opposé, pour les sols organiques, ils ont estimé une diminution moyenne de 9,4 Tg C an⁻¹, entre 6,4 et 13,3 Tg C an⁻¹. Par ailleurs, Ogle *et al.* (2003) ont constaté que la variabilité des facteurs de gestion contribuait à 90 pour cent de l'incertitude générale pour les estimations finales d'inventaires des variations du carbone des sols.

5.2.3 Considérations pratiques pour la quantification des incertitudes des données d'entrée

Avant de pouvoir évaluer les incertitudes d'une catégorie d'inventaire, on doit disposer d'informations sur les incertitudes des données d'entrée. Le Chapitre 3 du présent rapport présente des recommandations sur les incertitudes associées aux choix des méthodes (niveaux) et les incertitudes des paramètres par défaut. Pour les catégories clés, les *bonnes pratiques* consistent à évaluer indépendamment l'incertitude associée aux données

utilisées pour établir l'inventaire national. Les sections ci-dessous contiennent des recommandations générales sur certains points dont il faut tenir compte pour les trois niveaux méthodologiques décrits au Chapitre 3, et sur des questions associées au Protocole de Kyoto décrites au Chapitre 4.

Le Chapitre 2 décrit les sources de l'incertitude qui existera probablement lors de la détermination des superficies terrestres associées aux changements d'affectation des terres et de gestion. Ces sources dépendent des circonstances nationales, et de l'application spécifique par les pays des trois méthodologies, individuellement ou conjointement, pour la classification des superficies. Les méthodes nationales étant différentes, il est difficile de présenter des recommandations générales ; cependant, le Tableau 2.3.6 au Chapitre 2 contient des plages illustratives et des conseils sur la réduction des incertitudes associées à la classification des terres. Les recommandations du Chapitre 2 sont pertinentes à tous les niveaux méthodologiques examinés ci-dessous.

QUANTIFICATION DES INCERTITUDES D'ESTIMATIONS D'EMISSIONS ET D'ABSORPTIONS BASEES SUR DES METHODES DE NIVEAU 1

Les méthodes de Niveau 1 pour l'estimation des émissions et absorptions du secteur UTCATF utilisent des estimations de superficies spécifiques au pays (superficie terrestre et changements des superficies par catégories) et des valeurs par défaut pour les paramètres d'estimation nécessaires pour calculer l'importance d'une source/d'un puits pour une catégorie spécifique. L'incertitude associée aux méthodes de Niveau 1 sera probablement élevée car on ignore si les paramètres par défaut disponibles sont appropriés pour les circonstances d'un pays. L'emploi de données par défaut dans un pays ou une région dont les caractéristiques sont très différentes de celles des données sources peut donner lieu à des erreurs systématiques élevées (c'est-à-dire à des estimations d'émissions ou d'absorptions à biais très élevé). L'estimation de l'incertitude qualitative des valeurs par défaut utilisées au Niveau 1 ou des méthodes de vérification décrites à la Section 5.7 peut permettre d'identifier le risque de biais pour les estimations.

Des plages d'estimations de l'incertitude pour les paramètres d'estimation par défaut figurent au Chapitre 3. Les estimations de l'incertitude pour d'autres paramètres d'estimation (données de récolte, etc.) doivent être basées sur des sources nationales ou sur l'opinion d'experts qui refléteront les circonstances nationales. Le calcul des incertitudes des estimations des superficies associées à l'utilisation des terres et au changement d'affectation des terres s'effectue comme décrit précédemment. Les estimations de l'incertitude générale pour le secteur UTCATF sont obtenues en combinant les incertitudes, comme décrit à la Section 5.2.2 Méthodes pour combiner les incertitudes.

QUANTIFICATION DES INCERTITUDES D'ESTIMATIONS D'EMISSIONS ET D'ABSORPTIONS BASEES SUR DES METHODES DE NIVEAU 2

Les méthodes de Niveau 2 décrites au Chapitre 3 utilisent des données spécifiques au pays dans le cadre de travail établi au Niveau 1. Les *bonnes pratiques* consistent à évaluer l'incertitude de ces données par rapport aux circonstances nationales. Souvent, ces données sont approximatives, et peu sub-divisées par catégories de climat/gestion/perturbation. La plupart d'entre elles seront évaluées par des méthodes descendantes, à partir de valeurs générales à référence croisée, ou par des estimations combinées basées sur des sources de données non représentatives, y compris l'opinion d'experts. Conformément aux *bonnes pratiques*, on évaluera les estimations d'incertitude pour ces valeurs par défaut à l'aide d'évaluations publiées, de l'opinion d'experts ou de comparaisons avec des pays dont les circonstances sont similaires. On peut améliorer l'évaluation de l'incertitude en remontant jusqu'aux données d'origine. Le calcul des incertitudes des estimations des superficies associées à l'utilisation des terres et au changement d'affectation des terres s'effectue comme décrit au début de la Section 5.2.3. Pour les facteurs d'émissions (pour des zones humides ou pour des gaz sans CO₂ résultant de la combustion de la biomasse, par exemple), les pays peuvent disposer de mesures directes fournies par quelques échantillons pour certaines catégories d'inventaire. Les estimations de l'incertitude générale sont obtenues en combinant les incertitudes, comme décrit à la Section 5.2.2.

QUANTIFICATION DES INCERTITUDES D'ESTIMATIONS D'EMISSIONS ET ABSORPTIONS BASEES SUR DES METHODES DE NIVEAU 3

Au Niveau 3, on utilise des données spécifiques au pays, complètes et représentatives, indiquant les variations des stocks de carbone (par exemple, en foresterie, des gains dus à la croissance, et des pertes dues aux récoltes, ainsi que des pertes dues à la mortalité naturelle ou aux perturbations) pour les estimations des émissions et absorptions. A ce niveau, on doit évaluer l'incertitude de tous les paramètres d'estimations inclus dans le calcul, y compris toute erreur systématique. L'estimation de l'incertitude des estimations des superficies associées à l'utilisation des terres et au changement d'affectation des terres s'effectue comme décrit précédemment. L'erreur aléatoire peut être quantifiée dans des méthodes ascendantes à l'aide de données d'inventaires sur place (voir Section 5.3 sur l'échantillonnage), mais l'erreur systématique doit faire l'objet d'un examen plus approfondi ; et on doit tenir compte des erreurs spécifiques introduites par l'échantillonnage, par exemple, et par les changements de modèles (Lehtonen *et al.*, 2004). Conformément aux *bonnes pratiques*, on combinera tous les composants d'erreur (aléatoire et systématique) pour chaque paramètre (y compris les facteurs d'expansion et de conversion), ainsi que les

estimations d'incertitude correspondantes pour les estimations d'émissions et d'absorptions pour chaque catégorie (voir aussi des recommandations spécifiques sur l'évaluation de l'incertitude des estimations à partir de relevés basés sur échantillons à la Section 5.3).

Selon la méthodologie nationale de Niveau 3 choisie, les éléments moteurs importants pour le cycle de carbone peuvent être identifiés et paramétrés aux paragraphes de la Section 3.2.1. Ceci permet l'application de modèles dynamiques à des fins d'extrapolation et de vérification (voir la Section 5.7 sur la vérification). Il convient donc de prêter particulièrement attention aux incertitudes des estimations basées sur des modèles (Encadré 5.2.4).

ENCADRE 5.2.4

INCERTITUDES DES ESTIMATIONS BASEES SUR DES MODELES

Les modèles utilisés pour la préparation des inventaires peuvent aller de modèles de relations purement empiriques/statistiques jusqu'à des modèles fondés sur des processus détaillés. En pratique, la plupart des modèles incluent ces deux types d'éléments. Un grand nombre de points relatifs à la quantification des incertitudes des estimations produites par ces modèles doivent être étudiés. Bien que le présent rapport ne vise pas à examiner tous les modèles pertinents, on peut faire quelques observations générales à ce sujet. L'incertitude générale des modèles peut être estimée à partir de deux éléments majeurs : l'incertitude de la structure du modèle et l'incertitude des paramètres. La première source d'incertitude est difficile à quantifier. Une comparaison avec des données de terrain peut indiquer si la structure du modèle, ou les paramètres, ou les deux, sont incorrects (Oreskes *et al.*, 1984). Il est donc important de tester la validité des modèles, et d'utiliser uniquement des modèles validés aux fins recherchées. Tout modèle mal validé devra être utilisé conjointement avec un programme de validation. On peut quantifier plus facilement l'incertitude associée aux paramètres en combinant des estimations statistiques ou l'opinion d'experts sur l'incertitude des paramètres et une analyse de la sensibilité ou une analyse Monte Carlo. Il est recommandé d'effectuer une analyse de la sensibilité avant d'utiliser un modèle afin de déterminer son utilité en matière de prévisions. Un modèle extrêmement sensible à un paramètre dont l'incertitude est élevée peut ne pas être approprié pour l'inventaire. Si la structure du modèle est appropriée, le dernier point dont il faut tenir compte concerne l'incertitude des estimations générées par les modèles. En général, deux composants d'erreur entrent en jeu : l'incertitude due à celle des paramètres et l'incertitude due à la variation inhérente de la population non représentée dans le modèle. Il convient de tenir compte de ces deux sources d'incertitude pour tous les calculs d'estimations de l'incertitude.

QUANTIFICATION DES INCERTITUDES D'ESTIMATIONS D'EMISSIONS ET D'ABSORPTIONS BASEES SUR DES PRESCRIPTIONS SUPPLEMENTAIRES DU PROTOCOLE DE KYOTO

On peut aussi appliquer les méthodes générales pour la combinaison des incertitudes décrites à la Section 5.2.2, Méthodes de combinaison des incertitudes, aux estimations notifiées aux termes du Protocole de Kyoto. Cependant, certains facteurs principaux influant sur les incertitudes peuvent être différents. L'incertitude générale de l'inventaire du secteur UTCATF, par exemple, peut être plus sensible aux incertitudes associées à la détermination des catégories d'utilisation des terres et des changements d'affectation des terres relevant des Articles 3.3 et 3.4 du Protocole de Kyoto. Par ailleurs, la comptabilisation net net, requise pour la notification des activités liées à l'agriculture, donne lieu à des problèmes spécifiques, qui sont examinés plus en détail aux Sections 4.2.4.2 et 4.2.8.1. L'incertitude de l'estimation pour l'année de référence, par exemple, peut être différente de celle pour la période d'engagement. Il y a aussi un certain nombre de prescriptions spéciales en matière de choix méthodologique pour la notification aux termes du Protocole de Kyoto (comme décrit au Chapitre 4) et on doit effectuer des évaluations de l'incertitude séparées pour les activités relevant des Articles 3.3 et 3.4 du Protocole de Kyoto. Les prescriptions et le niveau de détail de l'analyse sont décrits à la Section 4.2.4.3 du Chapitre 4.

5.2.4 Exemple d'analyse de l'incertitude

L'Appendice 6A.2 du Chapitre 6, Quantification des incertitudes en pratique, contient un exemple général de combinaison des incertitudes. Cette méthode peut aussi être appliquée au secteur UTCATF, à condition que tous les calculs UTCATF soient exprimés sous forme de produits de superficies (ou autres données d'activités) et facteurs d'émissions ou d'absorptions. Étant donné que les estimations UTCATF sont en général à peu près proportionnelles à la superficie, des procédures d'estimation plus complexes que la multiplication des données d'activités par un seul facteur d'émissions peuvent être exprimées sous cette forme, avec estimation des incertitudes associées au facteur d'émissions ou d'absorptions équivalent basée sur l'opinion d'experts ou sur des relations types pour la propagation d'erreur.

La présente section contient un exemple illustrant les étapes pour l'évaluation de l'incertitude de Niveau 1, pour le secteur UTCATF, avec deux activités types. Dans ce cas simple, les variations des stocks de carbone, et les émissions et absorptions sont estimées pour deux sous-catégories dans la catégorie Terres forestières : i) terres

forestières restant terres forestières, et ii) conversion des terres forestières en prairies. Les gaz sans CO₂ et les émissions par les sols ne sont pas examinés ici. L'exemple porte essentiellement sur des estimations numériques simples, sans prise en compte des corrélations entre les paramètres d'entrée.

L'estimation est en quatre étapes.

- Étape 1 : Estimation des émissions et absorptions associées à chaque activité ; terres forestières restant terres forestières, et conversion des terres forestières en prairies.
- Étape 2 : Évaluation des incertitudes associées aux deux activités.
- Étape 3 : Évaluation des incertitudes totales pour le secteur UTCATF.
- Étape 4 : Combinaison des incertitudes UTCATF avec d'autres catégories de sources.

Étape 1 : Estimation des émissions ou absorptions pour chaque activité

Avant d'évaluer l'incertitude, on doit estimer les variations des stocks de carbone pour chaque sous-catégorie : terres forestières restant terres forestières et conversion des terres forestières en prairies. Ces estimations doivent être calculées conformément aux recommandations détaillées du Chapitre 3 du présent rapport.

Terres forestières restant terres forestières

La Section 3.2.1.1.1 du Chapitre 3 présente deux méthodes pour l'estimation des variations des stocks de carbone de la biomasse ; dans cet exemple nous appliquons uniquement la Méthode 1, dans laquelle les pertes de carbone de la biomasse sont soustraites de l'augmentation de la biomasse (Équation 3.2.2) :

$$\Delta C_{FF_{BV}} = (\Delta C_{FF_A} - \Delta C_{FF_D})$$

où :

- $\Delta C_{FF_{BV}}$ = variation annuelle des stocks de carbone de la biomasse vivante (inclut la biomasse aérienne et souterraine) des terres forestières restant terres forestières, tonnes C an⁻¹
- ΔC_{FF_A} = augmentation annuelle du carbone due à la croissance de la biomasse (dit également accroissement de la biomasse), tonnes C an⁻¹
- ΔC_{FF_D} = diminution annuelle moyenne du carbone due aux pertes de biomasse, tonnes C an⁻¹.

Pour simplifier l'exemple, nous supposons qu'il n'y a pas de pertes de biomasse, donc $\Delta C_{FF_D} = 0$. Par conséquent, dans cet exemple,

$\Delta C_{FF_{BV}} = \Delta C_{FF_A}$. L'accroissement de biomasse ΔC_{FF_A} est calculé selon l'Équation 3.2.4 comme :

$$\Delta C_{FF_A} = \sum_{ij} (S_{ij} \cdot C_{TOTALEij}) \cdot FC$$

où :

- ΔC_{FF_A} = augmentation annuelle moyenne du carbone due à l'accroissement de la biomasse des terres forestières restant terres forestières, par type de forêt et zone climatique, tonnes C an⁻¹
- S_{ij} = superficie des terres forestières restant terres forestières, par type de forêt ($i=1$ à n) et zone climatique ($j=1$ à m), ha
- $C_{TOTALEij}$ = taux d'accroissement annuel moyen de la biomasse totale en unités de matières sèches par type de forêt ($i=1$ à n) et zone climatique ($j=1$ à m), tonnes m.s. ha⁻¹ an⁻¹
- FC = fraction de carbone, tonnes C (tonnes m.s.)⁻¹ (valeur par défaut 0,5, avec 2 pour cent d'incertitude)

Dans cet exemple, on suppose que la superficie des terres forestières restant terres forestières est de 10 millions d'hectares. On suppose également qu'il n'y a qu'un seul type de forêt et une seule zone climatique, donc que $n = m = 1$, ce qui simplifie l'expression de ΔC_{FF_A} ci-dessus comme suit :

$$\Delta C_{FF_A} = S \cdot C_{TOTALE} \cdot FC$$

dans laquelle C_{TOTALE} est maintenant le taux d'accroissement annuel moyen de la biomasse totale, moyenné pour la superficie terrestre totale. En général, on peut calculer la valeur de C_{TOTALE} à l'aide de l'Équation 3.2.5 à la Section 3.2.1.1.1 pour chaque type de forêt et zone climatique, en tenant compte des valeurs des paramètres de l'Appendice 3A.1.¹ Dans cet exemple, une valeur par défaut de 3,1 tonnes m.s. ha⁻¹ an⁻¹, avec une incertitude par défaut de 50 pour cent, est donnée pour C_{TOTALE} ; l'augmentation annuelle moyenne des stocks de carbone due à l'accroissement de biomasse sur les terres forestières restant terres forestières est donc :

¹ Des valeurs par défaut pour croissance annuelle moyenne de biomasse aérienne C_w et le rapport système racinaire/système foliacé (R) pour l'Équation 3.2.5 figurent dans l'Appendice 3A.1, aux Tableaux 3A.1.5, 3A.1.6 et 3A.1.8 (pour R).

$$\Delta C_{FF_{BV}} = \Delta C_{FF_A} = 10\,000\,000 \cdot 3,1 \cdot 0,5 \text{ tonnes C an}^{-1} = 15\,500\,000 \text{ tonnes C an}^{-1}$$

Terres forestières converties en prairies

La méthode de Niveau 1 pour l'estimation des variations des stocks de carbone de la biomasse dues à la conversion des terres forestières en prairies est décrite à la Section 3.4.2.1.

L'Équation 3.4.13 donne la variation annuelle des stocks de carbone résultant de la conversion des terres forestières en prairies, en supposant l'année de conversion, comme suit :

$$\Delta C_{TP_{BV}} = S_{\text{Conversion}} \cdot (C_{\text{Conversion}} + C_{\text{Croissance}})$$

$$C_{\text{Conversion}} = C_{\text{Après}} - C_{\text{Avant}}$$

Où :

- $\Delta C_{TP_{BV}}$ = variation annuelle des stocks de carbone de la biomasse vivante résultant d'une conversion des terres en prairies, à partir d'une autre utilisation initiale, tonnes C an⁻¹
- $S_{\text{Conversion}}$ = superficie annuelle des terres converties en prairies à partir d'une autre utilisation initiale, ha an⁻¹
- $C_{\text{Conversion}}$ = diminution des stocks de carbone lorsque des terres sont converties en prairies à partir d'une autre utilisation initiale, tonnes C ha⁻¹
- $C_{\text{Croissance}}$ = stocks de carbone résultant d'une année de croissance végétale dans les prairies après conversion, tonnes C ha⁻¹
- $C_{\text{Après}}$ = stocks de carbone de la biomasse immédiatement après la conversion en prairies, tonnes C ha⁻¹
- C_{Avant} = stocks de carbone de la biomasse immédiatement avant la conversion en prairies, tonnes C ha⁻¹

Si les valeurs par défaut sont exprimées en biomasse par hectare, on devra les convertir en carbone, en utilisant un FC par défaut de 0,5, avec 2 pour cent d'incertitude pour FC.

Dans cet exemple, la superficie de forêts converties en prairies est de 500 hectares. Les facteurs d'émissions et les incertitude associées sont présentés au Chapitre 3.2.1.1.2 et au Tableau 3.4.9 à la Section 3.4.2.1 du Chapitre 3. Dans cet exemple, on suppose que :

- $C_{F_{BV}} = C_{\text{Avant}} = 80 \text{ tonnes C ha}^{-1}$, avec 24 pour cent d'incertitude
- $C_{\text{Après}} = 0 \text{ tonne de C ha}^{-1}$, avec 0 pour cent d'incertitude
- $C_{C_{BV}} = C_{\text{Croissance}} = 3 \text{ tonnes C ha}^{-1}$, avec 60 pour cent d'incertitude

Si on utilise les valeurs ci-dessus dans l'équation, on obtient :

$$\Delta C_{TP_{BV}} = S_{FP} \cdot (-C_{F_{BV}} + C_{C_{BV}})$$

$$= 500 \text{ ha} \cdot (-80 + 3) \text{ tonnes C ha}^{-1} = -38\,500 \text{ tonnes C}$$

Étape 2 : Évaluation des incertitudes pour chaque activité

Terres forestières restant terres forestières

L'incertitude associée aux estimations des superficies des terres forestières doit être calculée en faisant appel à l'opinion d'experts. Si l'estimation est basée sur des relevés nationaux avec échantillonnage statistique (voir Section 5.3, Échantillonnage et Tableau 2.3.6 au Chapitre 2), on peut calculer l'incertitude par des méthodes statistiques.

Dans cet exemple, on suppose que l'information sur la superficie des forêts gérées provient de données administratives. L'organisme chargé de les compiler utilise une méthode conforme aux *bonnes pratiques* et une incertitude de 20 pour cent, pour les estimations de superficies, basée sur l'opinion d'experts.

L'incertitude de la croissance annuelle de la biomasse dépend de l'incertitude des paramètres d'entrée. Si le pays utilise des paramètres par défaut, l'incertitude sera élevée et pourra seulement être estimée approximativement à l'aide de l'opinion d'experts (voir Chapitre 3). Si la croissance annuelle de la biomasse est calculée avec l'Équation 3.2.4 et convertie en carbone avec un facteur de conversion (FC), on estime l'incertitude de la croissance du carbone de la biomasse ($I_{\Delta C_{FF_C}}$) avec l'équation :

$$I_{\Delta C_{FF_C}} = \sqrt{I_{S_{FF}}^2 + I_{C_{TOTALE}}^2 + I_{FC}^2}$$

Si on définit $I_{CC_{TOTAL}}$ comme le pourcentage d'incertitude de la croissance annuelle de la biomasse en termes de carbone par superficie unitaire (c'est-à-dire l'incertitude combinée de $C_{TOTAL} \bullet FC$), dans ce cas :

$$I_{CC_{TOTAL}} = \sqrt{I_{C_{TOTAL}}^2 + I_{FC}^2}$$

$$I_{CC_{TOTAL}} = \sqrt{50\%^2 + 2\%^2} = 50,04\%$$

Avant de pouvoir calculer les incertitudes combinées des données sur les activités S_{FF} (superficie des terres forestières restant terres forestières) et du facteur d'émissions (croissance annuelle de la biomasse en termes de carbone, CC_{TOTAL}), il convient d'établir si elles sont corrélées. Dans cet exemple, les données d'entrées proviennent de sources indépendantes, et on peut raisonnablement supposer qu'elles ne sont pas corrélées. On peut donc utiliser l'Équation 5.2.1 pour donner $I_{\Delta C_{FFC}}$:

$$\begin{aligned} I_{\Delta C_{FFC}} &= \sqrt{I_{S_{FF}}^2 + I_{CC_{TOTAL}}^2} \\ &= \sqrt{20\%^2 + 50,04\%^2} = 53,8 \text{ pour cent} \end{aligned}$$

où :

$$I_{\Delta C_{FFC}} = \text{pourcentage d'incertitude de la variation des stocks de carbone}$$

$$I_{S_{FF}} = \text{pourcentage d'incertitude des estimations des superficies des terres forestières}$$

Terres forestières converties en prairies

On doit aussi estimer l'incertitude associée à la variation des stocks de carbone résultant du changement d'affectation des terres. Selon la source, le type et la densité des données, on peut ne pas pouvoir estimer les erreurs statistiques, et on doit alors recourir à l'opinion d'experts. Dans cet exemple, étant donné qu'on peut supposer avec certitude que les stocks de carbone immédiatement après la conversion $C_{Après}$ sont égaux à zéro, l'incertitude de la variation des stocks de carbone, calculée avec l'Équation 3.4.13, a trois composants : l'incertitude des stocks de carbone immédiatement avant la conversion I_{C_F} (F = Forêt), l'incertitude des stocks de carbone de la végétation des prairies après les conversions I_{C_P} (P = Prairies) et l'incertitude associée aux estimations de la superficie convertie $I_{S_{FP}}$. Si on utilise l'Équation 5.2.2 et les valeurs d'exemple pour les stocks de carbone et les incertitudes indiquées dans l'Étape 1 ci-dessus, on estime le pourcentage d'incertitude de la variation des stocks de carbone par hectare I_{Φ} avec l'équation :

$$\begin{aligned} I_{\Phi} &= \frac{\sqrt{(I_{C_F} \bullet C_F)^2 + (I_{C_P} \bullet C_P)^2}}{|C_F + C_P|} \\ &= \frac{\sqrt{(24\% \bullet (-80))^2 + (60\% \bullet 3)^2}}{|-80 + 3|} = 25\% \end{aligned}$$

Dans cet exemple simplifié de changement d'affectation des terres, on calcule l'incertitude totale pour la variation des stocks de carbone de la biomasse avec l'Équation 5.2.1, en combinant l'incertitude de la variation des stocks de carbone par hectare avec l'incertitude de l'estimation de la superficie convertie, laquelle, dans notre exemple, est supposée être de 30 pour cent. D'où :

$$\begin{aligned} I_{\Delta C_{FP}} &= \sqrt{I_{S_{FP}}^2 + I_{\Phi}^2} \\ &= \sqrt{30\%^2 + 25\%^2} = 39 \text{ pour cent} \end{aligned}$$

Étape 3 : Évaluation des incertitudes totales pour le secteur UTCATF

Dans cet exemple simple, on estime l'incertitude du secteur UTCATF en combinant l'incertitude des estimations des deux activités. Les incertitudes pour un cas réel, avec un plus grand nombre d'estimations de catégories, peuvent être combinées de la même façon.

Incertitude totale pour cet exemple		
Catégorie d'utilisation des terres	Estimation de la variation des stocks de carbone associée (tonne C an ⁻¹)	I _{ΔC}
Terres forestières restant terres forestières	15 500 000	53,8 %
Terres forestières converties en prairies	-38 500	39 %
Totale	15 461 500	54 %

L'incertitude totale est ensuite estimée à partir de l'Équation 5.2.2 :

$$U_{\text{TOTALE}} = \frac{\sqrt{(53,8\% \cdot 15500000)^2 + (39\% \cdot (-38500))^2}}{|15500000 + (-38500)|} = 54\%$$

L'incertitude totale pour ces deux activités UTCATF, exprimée sous forme de pourcentage, est de 54 pour cent. On peut exprimer l'incertitude sous forme d'erreur type relative de l'estimation en divisant le pourcentage d'incertitude par 2. On notera que la formule sous-entend des corrélations entre les estimations en raison de l'emploi de facteurs de conversion et d'expansion identiques pour les deux activités. En pratique, cependant, cette corrélation peut être faible. Si ce n'est pas le cas, les calculs devront être effectués pour des échantillons indépendants, par exemple pendant une analyse de l'incertitude de Niveau 2 (analyse Monte Carlo, par exemple).

Étape 4 : Combinaison des incertitudes du secteur UTCATF avec d'autres catégories de sources

Pour terminer, on peut combiner l'estimation de l'incertitude du secteur UTCATF avec des estimations d'incertitude pour d'autres catégories de sources, par une méthode de Niveau 1 ou 2.

5.2.5 Notification et documentation

Les recommandations générales sur la notification figurant dans *GPG2000* s'appliquent également au secteur UTCATF. On peut notifier le résultat d'une analyse de l'incertitude de Niveau 1 pour le secteur UTCATF en ajoutant les lignes pour les catégories UTCATF appropriées au Tableau 6.1 à la Section 6.3 du Chapitre 6 de *GPG2000*, en suivant les recommandations de la Section 6.3.2 de *GPG2000*.

Selon *GPG2000*, l'analyse peut être effectuée en utilisant des émissions exprimées en équivalent CO₂ calculées à l'aide des Potentiels de réchauffement global (PRG) spécifiés par CDP3, Décision 2/CP.3.²

² En général, la méthodologie peut être aussi appliquée avec d'autres pondérations.

5.3 ÉCHANTILLONNAGE

5.3.1 Introduction

Les données pour le secteur UTCATF proviennent souvent de relevés échantillons et sont utilisées, en général, pour les estimations des changements d'affectation des terres ou des variations des stocks de carbone. Les inventaires forestiers nationaux sont des exemples importants des types de relevés utilisés. La présente section contient des *recommandations en matière de bonnes pratiques* sur l'utilisation des données provenant de relevés échantillons pour la notification des émissions et absorptions de gaz à effet de serre, et pour la planification de ces relevés. L'échantillonnage est aussi un aspect important de la surveillance des projets relevant du Protocole de Kyoto ; le Chapitre 4 présente des recommandations spécifiques en accord avec la présente section. On trouvera ci-après des *recommandations en matière de bonnes pratiques* à propos des points suivants :

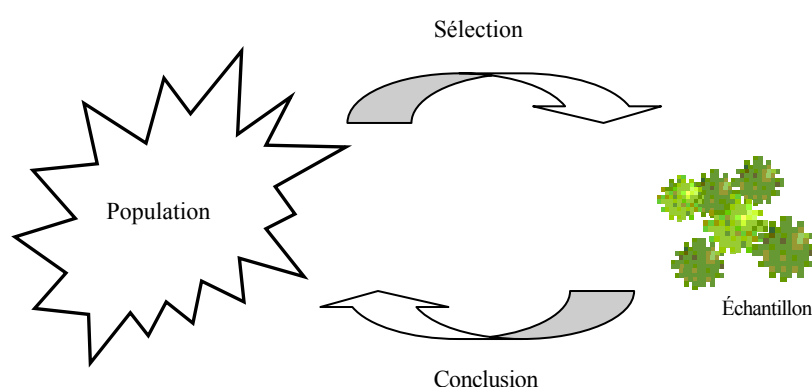
- Vue d'ensemble sur les principes d'échantillonnage (Section 5.3.2) ;
- Conception de l'échantillonnage (Section 5.3.3) ;
- Méthodes d'échantillonnage pour l'estimation des superficies (Section 5.3.4) ;
- Méthodes d'échantillonnage pour l'estimation des émissions et absorptions de gaz à effet de serre (Section 5.3.5) ;
- Incertitudes dans les relevés échantillons (Section 5.3.6).

Il pourra être utile de consulter les ouvrages de référence suivants sur l'échantillonnage : Raj (1968), Cochran (1977), De Vries (1986), Thompson (1992), Särndal *et al.* (1992), Schreuder *et al.* (1993), Reed et Mroz (1997), et Lund (1998).

5.3.2 Vue d'ensemble sur les principes d'échantillonnage

L'échantillonnage permet d'obtenir des informations sur une population par l'observation d'une fraction de cette population : l'échantillon (voir Figure 5.3.1). On peut, par exemple, estimer des variations du carbone de la biomasse arborée au niveau régional ou national à partir de la croissance, de la mortalité et des abattages sur un nombre limité de parcelles échantillons. La théorie de l'échantillonnage permet ensuite une mise à l'échelle des données des parcelles échantillons au niveau géographique requis. Un échantillonnage bien conçu peut améliorer considérablement l'utilisation des ressources d'inventaires. De plus, l'échantillonnage de terrain est généralement nécessaire pour la préparation des inventaires du secteur UTCATF car, même si on obtient une couverture territoriale complète avec des données télédéteectées, des données de terrain provenant de sites échantillons seront nécessaires pour l'interprétation et la vérification.

Figure 5.3.1 Principes de l'échantillonnage



La théorie de l'échantillonnage type repose sur le choix aléatoire d'un échantillon dans la population ; chaque unité de population a une probabilité spécifique d'être incluse dans l'échantillon. Ceci est le cas pour une distribution complètement aléatoire des parcelles échantillons sur une superficie, ou pour une distribution systématique des parcelles sur une grille, à condition que celle-ci soit située aléatoirement. L'échantillonnage aléatoire limite le risque de biais et permet une évaluation objective de l'incertitude des estimations. Il est donc recommandé d'utiliser des données échantillonnées aléatoirement, dans la mesure du possible, y compris pour l'établissement de nouveaux relevés.

On peut aussi collecter des échantillons sur des emplacements choisis subjectivement, supposés être représentatifs de la population. Il s'agit de l'échantillonnage subjectif (ou dirigé), et les données de ces relevés sont souvent utilisées dans les inventaires de gaz à effet de serre (c'est-à-dire lorsqu'on utilise des observations provenant de sites de relevés qui n'ont pas été choisis aléatoirement pour représenter une catégorie de terres complète ou une sub-division). Dans ces conditions, des observations relatives à des types de forêts, par exemple, pourraient être extrapolées à des superficies pour lesquelles elles ne sont pas représentatives. Cependant, en raison des ressources limitées, les inventaires des gaz à effet de serre peuvent devoir utiliser des données provenant aussi de sites choisis subjectivement ou de sites de recherches. Les *bonnes pratiques* consistent alors à identifier, en consultation avec les organismes chargés des sites ou des parcelles, les superficies terrestres pour lesquelles les échantillons subjectifs peuvent être considérés comme représentatifs.

5.3.3 Conception de l'échantillonnage

La conception de l'échantillonnage détermine le choix des unités d'échantillonnage (les sites ou les parcelles) pour la population, et donc les procédures d'estimation statistiques à mettre en œuvre pour pouvoir exploiter l'échantillon. Des conceptions d'échantillonnage aléatoire peuvent être divisées en deux groupes principaux, à l'aide d'informations auxiliaires, suivant que la population est ou n'est pas *stratifiée* (sub-divisée avant l'échantillonnage). En général, les relevés stratifiés seront plus économiques pour ce qui est de l'exactitude. Mais ils sont souvent un peu plus complexes, ce qui augmente le risque d'erreurs non liées à l'échantillonnage dues à l'utilisation incorrecte des données collectées. Les conceptions d'échantillonnage devront refléter un compromis acceptable entre simplicité et efficacité, et les trois éléments suivants en matière de *bonnes pratiques* seront utiles à cette fin :

- Utilisation de données auxiliaires et de stratification ;
- Échantillonnage systématique ;
- Parcelles d'échantillonnage permanentes et données de séries temporelles.

5.3.3.1 UTILISATION DE DONNEES AUXILIAIRES ET DE STRATIFICATION

La *stratification*, par laquelle la population est divisée en sous-populations sur la base de *données auxiliaires*, est une des plus importantes conceptions d'échantillonnage intégrant des informations auxiliaires. Ces données peuvent être des données sur les limites juridiques ou administratives ou les administrations forestières qu'il sera utile d'échantillonner séparément, ou des cartes ou des données télédétektées qui différencient entre des zones de hautes terres et de basses terres ou entre des types d'écosystèmes. La stratification ayant pour but d'augmenter l'efficacité, conformément aux *bonnes pratiques*, on utilisera des données auxiliaires lorsqu'elles sont disponibles ou peuvent le devenir à peu de frais.

La stratification améliore l'efficacité sur deux plans : (i) en améliorant l'exactitude de l'estimation pour l'ensemble de la population ; et (ii) en permettant d'obtenir des résultats appropriés pour certaines sous-populations (pour certaines régions administratives, par exemple).

En ce qui concerne le premier point, la stratification améliore l'efficacité de l'échantillonnage si on sub-divise la population de façon à réduire la variabilité entre les unités d'une strate, par comparaison avec la variabilité pour l'ensemble de la population. On peut, par exemple, diviser un pays en une zone de basses terres (avec certaines caractéristiques des catégories d'utilisation des terres étudiées) et une zone de hautes terres (avec différentes caractéristiques des catégories correspondantes). Si chaque strate est homogène, on peut obtenir une estimation d'ensemble précise en utilisant seulement un échantillon limité de chaque strate. Le deuxième point est important pour obtenir des résultats à un degré d'exactitude spécifique pour toutes les régions administratives étudiées, mais aussi lorsque des données échantillonnées doivent être utilisées avec d'autres ensembles de données existants, qui ont été collectées avec d'autres protocoles utilisant les mêmes limites administratives ou juridiques.

L'utilisation de données télédétektées ou cartographiques pour l'identification des limites des strates (les subdivisions des catégories d'utilisation des terres à inclure dans un relevé échantillon) peut introduire des erreurs en raison du risque de classement incorrect de certaines superficies dans certaines strates, et de l'omission d'autres superficies qui font partie de la catégorie spécifique. Ces erreurs peuvent être à l'origine d'un biais important dans les estimations finales, car la superficie identifiée pour l'échantillonnage ne correspondra pas à la population cible. Chaque fois que ce risque d'erreur existe, conformément aux *bonnes pratiques*, on évaluera les effets potentiels de ces erreurs, à l'aide de données de réalité de terrain.

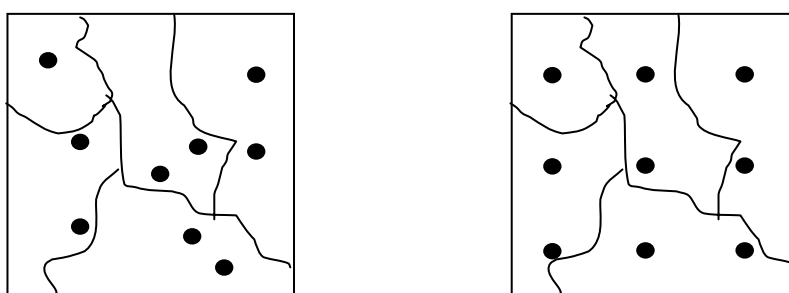
Lorsque des données pour la notification des émissions ou absorptions de gaz à effet de serre proviennent d'inventaires à grande échelle existants, tels que des inventaires forestiers nationaux, on peut appliquer les procédures d'estimation type de ces inventaires, à condition qu'elles soient basées sur des principes statistiques solides. De plus, grâce à la *post-stratification* (la définition des strates basée sur des données auxiliaires

télé-défectées ou cartographiques après la mise en œuvre du relevé de terrain), on peut utiliser de nouvelles données auxiliaires pour améliorer l'efficacité sans modifier la conception fondamentale (Dees *et al.*, 1998). L'application de ce principe d'estimation permet aussi de prévenir le risque de biais mentionné précédemment.

5.3.3.2 ÉCHANTILLONNAGE SYSTEMATIQUE

Le plus souvent, les échantillons basés sur des relevés forestiers ou d'utilisation des terres utilisent des points ou des parcelles échantillons sur lesquels les caractéristiques étudiées sont enregistrées. La disposition de ces points ou parcelles est un aspect important de la procédure d'échantillonnage. Bien souvent, il est utile de choisir une disposition groupée des parcelles (échantillonnage en grappe) pour réduire les frais de déplacement dans le cadre d'un relevé échantillon sur de grandes superficies. Avec ce type d'échantillonnage, la distance entre les parcelles doit être assez grande pour prévenir le risque de corrélation élevée entre les parcelles, tout en tenant compte de la taille du peuplement (pour l'échantillonnage des forêts). Il est important de déterminer si les parcelles (ou les grappes de parcelles) devront être disposées entièrement aléatoirement, ou systématiquement, sur une grille régulière située aléatoirement sur la superficie étudiée (voir Figure 5.3.2). En général, un échantillonnage systématique est utile, car dans la plupart des cas, il augmente la précision des estimations, et simplifie le travail sur le terrain.

Figure 5.3.2 Disposition de parcelles aléatoire simple (gauche) et systématique (droite)



Fondamentalement, la supériorité de l'échantillonnage aléatoire systématique par rapport à l'échantillonnage aléatoire simple est due à la distribution uniforme des parcelles échantillons sur l'ensemble de la superficie cible.³ Dans le cas d'un échantillonnage aléatoire simple, certaines parties de la superficie peuvent inclure un grand nombre de parcelles, alors que le reste ne peut pas en inclure du tout.

5.3.3.3 PARCELLES ECHANTILLONS PERMANENTES ET DONNEES DE SERIES TEMPORELLES

Les inventaires de gaz à effet de serre doivent évaluer l'état actuel et les variations temporelles (pour des utilisations des terres et des stocks de carbone). L'évaluation des variations est très importante et s'effectue par échantillonnage répété dans le temps. L'intervalle temporel entre les mesures devra être déterminé en fonction de la fréquence des événements à l'origine de variations, et des prescriptions de notification. En général, des intervalles d'échantillonnage de cinq à dix ans sont suffisants pour le secteur UTCATF, et nombre de pays disposent de relevés bien conçus depuis des décennies, en particulier pour le secteur forestier. Cependant, étant donné que des estimations d'inventaire sont requises annuellement, on devra appliquer des méthodes d'interpolation et d'extrapolation comme celles décrites à la Section 5.6. En l'absence de séries temporelles assez longues, une extrapolation rétrospective sera peut-être nécessaire pour refléter les interactions des variations des stocks de carbone, conformément aux *recommandations en matière de bonnes pratiques* de la Section 5.6, ainsi que celles des Chapitres 3 et 4 relatives aux intervalles temporels et aux hypothèses.

Lors de la mise en œuvre d'un échantillonnage répété, les données requises sur l'état actuel des superficies ou des stocks de carbone sont évaluées à chaque point temporel étudié. On estime ensuite les variations en calculant la différence entre l'état au point temporel $t + 1$ à partir de l'état au point temporel t . Le plus souvent, trois conceptions d'échantillonnage sont utilisées pour l'estimation des variations :

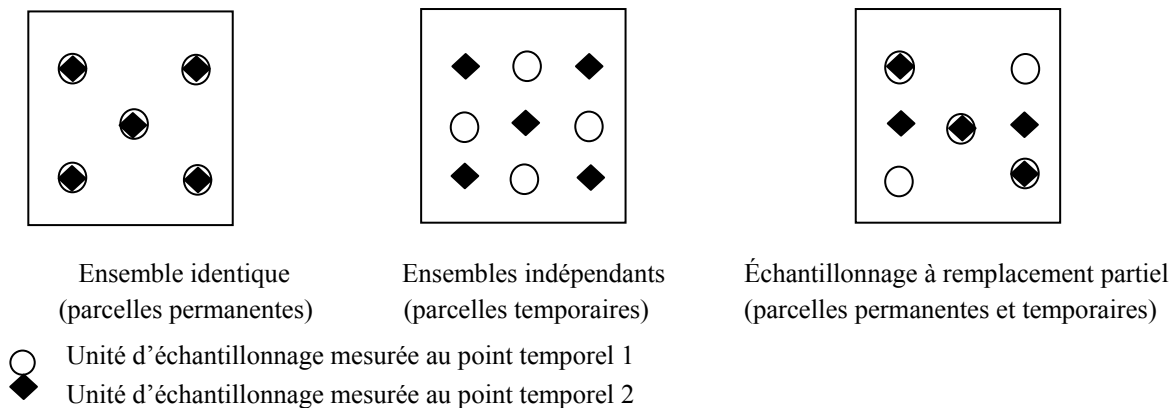
- Utilisation des mêmes unités d'échantillonnage à chaque point temporel (unités d'échantillonnage permanentes) ;
- Utilisation d'unités d'échantillonnage différentes et indépendantes à chaque point temporel (unités d'échantillonnage temporaires) ;

³ Dans des cas inhabituels, lorsqu'il existe une configuration régulière sur le terrain qui peut coïncider avec le système de grille systématique, un échantillonnage systématique peut donner des estimations moins précises qu'un échantillonnage aléatoire simple. Mais, en général, ces problèmes potentiels peuvent être résolus en orientant la grille dans un autre sens.

- Remplacement partiel : certaines unités d'échantillonnage peuvent être remplacées entre les points temporels, alors que d'autres sont inchangées (échantillonnage à remplacement partiel).

La Figure 5.3.3 illustre des trois méthodes.

Figure 5.3.3 Utilisation de différentes conceptions d'échantillonnage (unités permanentes et temporaires) pour l'estimation des variations



En général, les parcelles échantillons permanentes sont plus efficaces que les parcelles temporaires pour l'estimation des variations car il est plus facile de distinguer les tendances réelles des différences dues uniquement à un autre choix de parcelles. Cependant, l'utilisation de parcelles échantillons permanentes présente certains risques. Si les gestionnaires fonciers connaissent les emplacements des parcelles échantillons permanentes (en raison du marquage visible des parcelles, par exemple), la gestion sur ces parcelles peut être différente de la gestion d'autres terres. Dans ce cas, les parcelles ne seront plus représentatives et les résultats risquent de présenter un biais. Si on estime que ce risque existe, conformément aux *bonnes pratiques*, on évaluera quelques parcelles temporaires, à titre d'échantillons de contrôle, pour déterminer si les conditions sur ces parcelles diffèrent de celles sur les parcelles permanentes.

L'utilisation de l'échantillonnage à remplacement partiel peut résoudre certains problèmes potentiels liés aux parcelles permanentes, car on peut remplacer des sites sur lesquels on juge que la gestion est délibérément différente. On peut utiliser ce type d'échantillonnage, bien que les procédures d'estimation soient compliquées (Scott et Köhl, 1994 ; Köhl *et al.*, 1995).

Lorsqu'on utilise uniquement des parcelles temporaires, on peut estimer les variations globales, mais on ne peut pas étudier les conversions des terres, sauf si on parvient à inclure une dimension temporelle dans l'échantillon, ce qui peut être fait à l'aide de données auxiliaires (cartes, données télédéteectées, archives administratives sur l'état antérieur des terres, etc.). Ceci introduit une incertitude supplémentaire dans l'évaluation, qui peut être difficile à quantifier sans avoir recours à l'opinion d'experts.

5.3.4 Méthodes d'échantillonnage pour l'estimation des superficies

Le Chapitre 2 présente des méthodes d'évaluation des superficies ou des variations des superficies dans les catégories d'utilisation des terres, dont un grand nombre basé sur l'échantillonnage. On peut estimer les superficies et les variations des superficies de deux façons par échantillonnage :

- Estimation de la superficie au moyen des proportions ;
- Estimation directe de la superficie.

Avec la première méthode, on doit connaître la superficie totale de la région étudiée, et le relevé échantillon donne seulement les proportions des catégories d'utilisation des terres. Avec la seconde méthode, il n'est pas nécessaire de connaître la superficie totale.

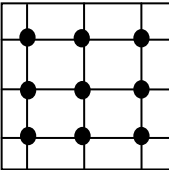
Dans les deux cas, on doit évaluer un nombre donné d'unités d'échantillonnage situées dans la zone d'inventaire. Le choix des unités d'échantillonnage peut être effectué par échantillonnage aléatoire simple ou systématique (voir Figure 5.3.2). En général, l'échantillonnage systématique améliore la précision des estimations, en particulier lorsque les catégories d'utilisation de terres sont représentées par de grands groupes de parcelles. La stratification, examinée à la Section 5.3.3.1, peut aussi améliorer l'efficacité des estimations des superficies ; et les *bonnes pratiques*, dans ce cas, consistent à mettre en oeuvre les procédures décrites ci-dessous indépendamment pour chaque strate.

Pour l'estimation des proportions, on suppose que les unités d'échantillonnage sont des points adimensionnels, bien qu'on doive prendre en compte une petite superficie autour de chaque point pour la détermination de la catégorie d'utilisation des terres. On peut aussi utiliser des parcelles échantillons pour l'estimation, mais ceci n'est pas examiné plus en détail ici.

5.3.4.1 ESTIMATION DE LA SUPERFICIE AU MOYEN DES PROPORTIONS

En général, on connaît la superficie totale d'une région inventoriée, et on peut baser l'estimation des superficies des catégories d'utilisation des terres sur des évaluations des proportions de la superficie. Avec cette méthode, la superficie inventoriée est couverte par un certain nombre de points échantillons, et on détermine l'utilisation des terres pour chaque point. On calcule la proportion de chaque catégorie d'utilisation des terres en divisant le nombre de points situés dans la catégorie donnée par le nombre total de points. Pour obtenir des estimations des superficies pour chaque catégorie d'utilisation des terres, on multiplie la proportion de chaque catégorie par la superficie totale.

Le Tableau 5.3.1 présente un exemple de cette méthode. L'erreur type d'une estimation de superficie est obtenue par $S\sqrt{(p_i \cdot (1 - p_i)) / (n - 1)}$, où p_i est la proportion de points dans la catégorie d'utilisation des terres particulière, S la superficie totale connue, et n le nombre total de points échantillons.⁴ L'intervalle de confiance de 95 pour cent pour S_i , l'estimation de superficie de la catégorie d'utilisation des terres i , sera approximativement ± 2 fois l'erreur type.

Procédure d'échantillonnage	Estimation des proportions	Estimations des superficies des catégories d'utilisation des terres	Erreur type
	$p_i = n_i / n$	$S_i = p_i \cdot S$	$s(S_i)$
	$p_1 = 3/9 \cong 0,333$	$S_1 = 300$ ha	$s(S_1) = 150,0$ ha
	$p_2 = 2/9 \cong 0,222$	$S_2 = 200$ ha	$s(S_2) = 132,2$ ha
	$p_3 = 4/9 \cong 0,444$	$S_3 = 400$ ha	$s(S_3) = 158,1$ ha
	Somme = 1,0	Total = 900 ha	

Où : S = superficie totale (= 900 ha dans cet exemple)
 S_i = superficie totale de catégorie d'utilisation des terres i
 n_i = nombre de points situés dans la catégorie des terres i
 n = nombre de points total

On peut estimer les superficies faisant l'objet de changements d'affectation des terres en introduisant des catégories de type S_{ij} dans lesquelles des terres passent de la catégorie i à la catégorie j entre des relevés successifs.

5.3.4.2 ESTIMATION DIRECTE DE LA SUPERFICIE

Si on connaît la superficie totale inventoriée, il est recommandé d'estimer les superficies et les variations de superficies par une évaluation des proportions, étant donné que cette méthode donnera l'exactitude la plus élevée. Si on ne connaît pas cette superficie totale ou si elle est entachée d'une incertitude inacceptable, on peut utiliser une autre méthode par estimation directe des superficies des catégories d'utilisation des terres. Cette méthode ne peut être utilisée qu'avec un échantillonnage systématique ; chaque point d'échantillonnage représente une superficie correspondant à la taille de la maille de la configuration de l'échantillon.

Dans le cas, par exemple, de points échantillons choisis sur une grille carrée systématique, avec une distance de 1000 mètres entre les points, chaque point échantillon représentera une superficie de $1\text{ km} \cdot 1\text{ km} = 100$ ha. Donc, si 15 parcelles sont dans une catégorie d'utilisation des terres étudiée, la superficie estimée sera : $15 \cdot 100$ ha = 1500 ha.

5.3.5 Méthodes d'échantillonnage pour l'estimation des émissions et absorptions de gaz à effet de serre

⁴ On notera que cette formule est seulement approximative dans le cas de l'application d'un échantillonnage systématique.

L'échantillonnage est nécessaire non seulement pour l'estimation des superficies, mais également pour l'estimation des stocks de carbone et des émissions et absorptions de gaz à effet de serre. On doit pour cela évaluer des variables telles que la biomasse arborée et la teneur en carbone des sols sur les parcelles. Ces quantités peuvent être mesurées directement sur le terrain, par des analyses d'échantillons en laboratoire, ou déduites à partir de modèles basés sur des variables corrélées (telles que des mesures types de hauteur et diamètre des arbres) et permettront d'estimer les stocks, ou les émissions ou absorptions de gaz à effet de serre au niveau de la parcelle.

On peut donner seulement des recommandations générales pour l'utilisation de l'échantillonnage pour l'estimation directe des émissions ou absorptions de gaz à effet de serre. Comparées aux inventaires forestiers ou d'utilisation des terres classiques, les évaluations pour les parcelles sont souvent un peu plus complexes, en particulier pour le bassin du carbone des sols. Une question importante pour les relevés par échantillonnage aléatoire est celle de la disposition des parcelles (mesures des arbres ou échantillonnage des sols, par exemple). Il est important de choisir cette disposition selon des procédures strictes, plutôt que de confier à des experts topographes le soin de choisir des endroits appropriés pour les mesures ou la sélection d'échantillons.

Les inventaires de gaz à effet de serre seront souvent intégrés dans des programmes nationaux de surveillance permanente des forêts ou de l'utilisation des terres. Dans ce cas, en général, les *bonnes pratiques* consistent à appliquer les procédures de ces programmes aux estimations des quantités étudiées et aux incertitudes correspondantes. Mais on devra alors tenir compte des effets des erreurs de conversion des modèles dans les dernières étapes de la conversion (par exemple, pour l'application des facteurs d'expansion de la biomasse). Ce point est étudié plus en détail dans la section suivante.

5.3.6 Incertitudes des relevés basés sur des échantillons

Les méthodes décrites aux Chapitres 3 et 4 sont associées à des plages d'incertitudes par défaut pour les valeurs par défaut présentées ; la Section 5.2 du présent chapitre explique comment combiner les incertitudes pour estimer l'incertitude générale de l'inventaire. Si on utilise des valeurs par défaut, on peut se référer aux plages d'incertitudes présentées aux Chapitres 3 et 4. Cependant, pour l'application de méthodes de niveaux supérieurs, on utilise souvent des valeurs spécifiques au pays et des données obtenues par des recherches, consultation de publications, échantillonnage de terrain ou télédétection. Dans le cas de l'utilisation de données spécifiques au pays, l'organisme chargé de l'inventaire doit établir ses propres estimations de l'incertitude, en se référant à l'opinion d'experts ou, s'il y a eu échantillonnage, par évaluation directe de la précision des données dérivées ou des estimations.

La possibilité d'obtenir des estimations de l'incertitude par des procédures statistiques formelles est un avantage très important de l'application des procédures d'échantillonnage ; la fiabilité de l'information peut être évaluée à l'aide des données collectées.

Par conséquent, lorsqu'on utilise des données obtenues par échantillonnage aléatoire pour la notification des gaz à effet de serre, les *bonnes pratiques* consistent à baser l'évaluation des incertitudes sur des principes d'échantillonnage, plutôt que d'utiliser des valeurs par défaut ou l'opinion d'experts. On peut ensuite combiner ces incertitudes avec celles d'autres données ou modèles utilisés, conformément aux recommandations de la Section 5.2 du présent chapitre.

La présente section décrit plusieurs sources d'erreurs dans les relevés échantillons et leurs effets sur l'incertitude générale des estimations. Des *recommandations en matière de bonnes pratiques* expliquent comment évaluer les incertitudes des relevés échantillons. L'analyse des causes d'erreurs est générale, et s'applique également pour des données obtenues par échantillonnage non aléatoire (données provenant de parcelles d'études, par exemple) puis mises à l'échelle sur la base d'estimations de superficies pour obtenir des résultats au niveau national. Cette analyse décrit d'abord les erreurs d'évaluation au niveau de l'unité échantillon, puis examine la question de la mise à l'échelle pour de plus grandes superficies.

5.3.6.1 TYPES D'ERREURS

En général, les données d'échantillonnage pour les inventaires UTCATF sont obtenues à partir de parcelles échantillons sur le terrain. Pour obtenir des estimations pour des superficies plus étendues (niveau national, etc.), les mesures au niveau de la parcelle doivent être mises à l'échelle. Plusieurs types d'erreurs peuvent se produire à ce stade :

- Premièrement, quelles que soient les mesures, il peut y avoir des erreurs de mesures dues à des défauts de techniques ou d'instruments. Les erreurs de mesure sont souvent systématiques, et divergent toujours dans un certain sens par rapport à la valeur vraie. Ces erreurs seront ensuite propagées lors de la mise à l'échelle. Il peut y avoir aussi des erreurs de mesures aléatoires. Dans ce cas, l'erreur moyenne est de zéro, avec des écarts qui peuvent être aussi bien négatifs que positifs. Ce type d'erreur est moins problématique que les erreurs systématiques, mais peut donner lieu à des erreurs systématiques lors de l'emploi de mesures de référence dans des modèles pour calculer la quantité étudiée (volume d'un arbre, par exemple).

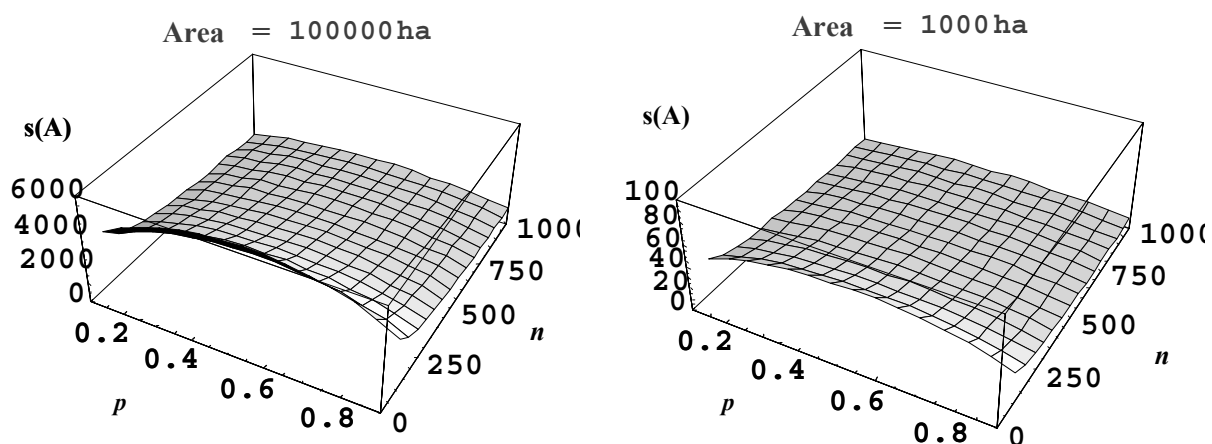
- Deuxièmement, les quantités étudiées ne sont pas toujours mesurées directement, mais leur calcul fait appel à des modèles. Par exemple, on estime la quantité de carbone dans un arbre en calculant d'abord le volume des arbres à l'aide de modèles utilisant certains paramètres (espèces arborées, diamètre, hauteur, etc.) comme variables d'entrée, puis en utilisant d'autres modèles ou des facteurs d'expansion fixes pour convertir le volume en biomasse, et la biomasse en carbone. Des *erreurs de modèles* se produiront lors de l'utilisation des modèles, ceux-ci pouvant rarement prévoir exactement les quantités cibles. Ces erreurs peuvent être aléatoires et systématiques. Les grandeurs varieront probablement en fonction des valeurs des variables d'entrée. Gertner et Köhl (1992) ont montré que des erreurs de modèles systématiques peuvent contribuer significativement à l'incertitude générale.
- Des erreurs d'échantillonnage se produisent lorsque des mesures au niveau des parcelles sont mises à l'échelle pour une superficie plus grande, ceci en raison de la variation des conditions sur la superficie plus grande et du fait que les mesures ont été effectuées uniquement aux emplacements échantillons. Les conditions moyennes des parcelles échantillons choisies coïncident rarement avec celles de la superficie totale étudiée. Les erreurs d'échantillonnage (avec conceptions d'échantillonnage aléatoires et estimateurs sans biais) sont seulement aléatoires et on peut limiter leurs effets en augmentant la taille de l'échantillon, comme décrit ci-dessous et illustré à la Figure 5.3.4.
- Si la mise à l'échelle est basée sur des données de couverture complète (par télédétection) plutôt que sur un relevé échantillon, il y aura introduction d'incertitude résultant d'une classification incorrecte des terres. On peut identifier et corriger les erreurs de classification en effectuant un relevé échantillon pour étudier l'importance de ces erreurs. Ces relevés devront être basés sur un échantillonnage aléatoire afin d'éviter les erreurs systématiques probables d'un échantillon choisi subjectivement.
- Les erreurs d'enregistrement et de calculs des données sont les derniers types d'erreurs susceptibles de se produire. Bien que moins techniques, ces erreurs peuvent être des sources d'incertitude importantes pour les relevés échantillons. Les données devront être enregistrées directement sur des ordinateurs de terrain, ou bien par des personnes indépendantes qui les enregistreront à partir de formulaires de terrain sur des supports informatiques pour prévenir les erreurs de saisie. Les calculs devront être vérifiés conformément aux principes fondamentaux pour l'Assurance de la qualité à la Section 5.5. Les effets des erreurs d'enregistrement et de calculs sont difficiles à évaluer. Ils sont souvent détectés et peuvent être corrigés lorsqu'ils causent des écarts importants par rapport aux valeurs plausibles, mais risquent de ne pas être détectés si les écarts sont faibles.

5.3.6.2 TAILLE DE L'ÉCHANTILLON ET ERREUR D'ÉCHANTILLONNAGE

On comprend bien l'interaction entre les erreurs d'échantillonnage, la variance de la population, et la taille de l'échantillon. L'augmentation de la taille de l'échantillon améliore la précision, et, avec des populations hétérogènes (celles dont la population est très variée) de plus grandes tailles d'échantillons sont nécessaires pour obtenir la précision recherchée. Lors de l'estimation de proportions de superficies, les erreurs d'échantillonnage dépendent non seulement de la taille de l'échantillon, mais également de la proportion elle-même. Pour une taille d'échantillon donnée, l'erreur d'échantillonnage est la plus élevée avec des proportions de catégories d'utilisation des terres $p = 0,5$; et diminue lorsque p est proche de 0 ou 1.

Les effets des proportions de catégories d'utilisation des terres (de $p = 0,1$ à $p = 0,9$) et des tailles d'échantillons (de $n = 100$ à $n = 1000$) sur l'erreur d'échantillonnage de l'estimation de la superficie sont illustrés à la Figure 5.3.4 pour deux tailles de superficies (1 000 ha et 100 000 ha).

Figure 5.3.4 Relation entre l'erreur type de l'estimation de la superficie $s(A)$, la proportion de la catégorie d'utilisation des terres p , et la taille de l'échantillon n



5.3.6.3 QUANTIFICATION DES ERREURS DES RELEVÉS BASES SUR ÉCHANTILLONS

Selon la théorie d'échantillonnage de base, on suppose que les quantités associées aux unités de population sont observées sans erreurs. On suppose également que les variables étudiées (absorptions de gaz à effet de serre, par exemple) sont enregistrées directement sur les unités d'échantillonnage, et il n'est donc pas nécessaire de prendre en compte le problème des erreurs dues aux conversions de modèle. Dans ce cas, si on a utilisé des estimateurs statistiques appropriés, les estimations des totaux (absorptions des gaz à effet de serre au niveau national, par exemple) basées sur échantillons ne présentent pas de biais et on peut évaluer la précision correspondante à partir des données obtenues.

Dans un grand nombre de cas (échantillonnage pour l'estimation des superficies, par exemple), on peut considérer que les hypothèses susmentionnées sont correctes, et, conformément aux *bonnes pratiques*, on évalue l'incertitude des estimations strictement selon les principes de la théorie d'échantillonnage, en tenant compte de la conception d'échantillonnage et des estimateurs utilisés. Ces calculs sont décrits en détail dans des manuels d'échantillonnage (comme ceux référencés à la Section 5.3.1). Des erreurs de modèles peuvent être introduites dans les estimations de l'incertitude générale de plusieurs façons. Un cas important est celui qui se produit lorsque les modèles causent seulement des erreurs aléatoires au niveau des unités d'échantillonnage individuelles (par exemple, dans le cas de l'application des modèles de biomasse à des données sur la végétation arborée au niveau des parcelles). Les erreurs aléatoires des modèles augmenteront alors la variabilité entre les parcelles, ce qui augmentera l'incertitude des estimations générales. Dans ce cas, on pourra utiliser les méthodes standard d'estimation des incertitudes conformément à la théorie de l'échantillonnage, avec de bonnes approximations, sans modifications. Les *bonnes pratiques* consisteront à appliquer la théorie d'échantillonnage standard pour estimer l'incertitude, plutôt que les méthodes décrites à la Section 5.2.

Si on juge que les modèles sont probablement à l'origine d'erreurs systématiques (inconnues), ou s'ils ont été utilisés uniquement pour une conversion finale (application de facteurs d'expansion de la biomasse à des estimations de volume total, par exemple), les incertitudes introduites devront être prises en compte, et conformément aux *bonnes pratiques*, on utilisera la méthode de Niveau 1 – ou de Niveau 2 – de la Section 5.2 pour calculer l'incertitude générale.

En général, les *bonnes pratiques* consistent à évaluer l'applicabilité des modèles fondamentaux pour la population cible au moyen d'études pilotes. Lorsque des modèles sont appliqués à des ensembles de données représentant des conditions et des procédures de mesures très différentes de celles des données initiales, le risque d'erreurs systématiques dues aux modèles est élevé.

Des erreurs de mesures peuvent entraîner des erreurs systématiques importantes, notamment lorsque les variations sont estimées à l'aide de mesures répétées, et s'il y a une variation temporelle des niveaux d'erreurs systématiques. L'importance des erreurs de mesures ne peut être estimée que par des mesures de contrôle soigneuses, sur un sous-échantillon des parcelles ; mais ces évaluations de contrôle (dans les relevés des sols, par exemple) sont quelquefois difficiles. Lorsque les estimations des inventaires de gaz à effet de serre sont basées sur l'échantillonnage, les *bonnes pratiques* consistent à mettre en œuvre des évaluations de contrôle soigneuses pour un petit pourcentage des parcelles, afin d'évaluer l'importance des erreurs de mesures. Ce pourcentage peut être de l'ordre de 1 pour cent à 10 pour cent, selon la taille de l'échantillon et le coût du relevé de contrôle, et en fonction de la formation et de l'expérience du personnel.

Pour certaines variables, on peut obtenir des valeurs vraies par des procédures de contrôles très exactes, auquel cas, on devra estimer l'importance des erreurs de mesures systématiques. Dans d'autres cas, la mesure/l'évaluation d'une valeur vraie peut être impossible, et on doit alors notifier uniquement la variabilité entre les résultats.

Si on constate des erreurs de mesures très importantes dans un relevé de contrôle, conformément aux *bonnes pratiques*, on corrigera ces erreurs avant de calculer les estimations finales des émissions/absorptions de gaz à effet de serre.

5.4 CHOIX METHODOLOGIQUE – IDENTIFICATION DES CATEGORIES CLES

5.4.1 Introduction

Le présent chapitre décrit comment identifier les *catégories clés*⁵ dans un inventaire national qui inclut le secteur UTCATF. Le choix méthodologique pour les catégories de source et de puits individuelles est important pour la gestion de l'incertitude générale des inventaires. Les diagrammes décisionnels des Chapitres 3 et 4 du présent rapport contiennent des recommandations spécifiques pour chaque catégorie et chaque activité relevant des Articles 3.3 et 3.4 du Protocole de Kyoto, et utilisent le principe des catégories clés. En général, cette incertitude est moins élevée lorsque les émissions et absorptions sont estimées à l'aide des méthodes de niveaux supérieurs, mais, les ressources n'étant pas illimitées, ceci n'est pas toujours possible pour chaque catégorie de source d'émissions ou d'absorptions. Les *bonnes pratiques* consistent à identifier les catégories qui contribuent le plus à l'incertitude générale des inventaires, afin d'assurer une utilisation optimale des ressources. Grâce à l'identification des *catégories clés* dans l'inventaire national, l'organisme chargé de l'inventaire pourra hiérarchiser ses activités et améliorer ses estimations générales. Conformément aux *bonnes pratiques*, il devra identifier ses *catégories clés* nationales systématiquement et objectivement. A terme, ce processus améliorera la qualité de l'inventaire et diminuera les incertitudes des estimations d'émissions.

Selon la définition des *Recommandations en matière de bonnes pratiques et de gestion des incertitudes pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre (GPG2000, GIEC, 2000)*, une *catégorie de source clé* est « une catégorie prioritaire dans le système d'inventaire national étant donné que son estimation a un effet significatif sur l'inventaire total des gaz à effet de serre direct d'un pays, pour ce qui est du niveau absolu des émissions, de la tendance des émissions ou des deux ». Le principe de sources clés a été conçu initialement pour les émissions, sans le secteur UTCATF et, tel qu'il est appliqué dans *GPG2000*, a permis aux pays disposant des ressources nécessaires d'identifier les catégories de sources à estimer par des méthodes de niveaux supérieurs. Dans le présent rapport, la définition couvre également les émissions dans le secteur UTCATF, et *chaque fois que le terme catégorie clé est utilisé, il inclut les sources et les puits*. L'inclusion du secteur UTCATF dans l'analyse des catégories clés facilite le choix des priorités pour tous les secteurs de l'inventaire national et, s'il y a lieu, pour les informations supplémentaires requises aux termes du Protocole de Kyoto.

Un organisme qui a établi un inventaire d'émissions sera en mesure d'identifier les *catégories clés* par leur contribution au niveau absolu des émissions nationales. Si l'organisme a établi une série temporelle, la détermination quantitative des *catégories clés* devra inclure une évaluation du niveau absolu et de la tendance des émissions et absorptions. Certaines *catégories clés* risquent de ne pas être identifiées si leurs effets sur la tendance de l'inventaire national ne sont pas pris en compte.

Les méthodes quantitatives pour déterminer les *catégories clés* sont décrites à la Section 5.4.2, Méthodes quantitatives pour la détermination des catégories clés, et incluent une méthode de base, de Niveau 1, et une méthode de Niveau 2, qui permettent de représenter l'incertitude. Outre la détermination quantitative des *catégories clés*, les *bonnes pratiques* devront inclure l'emploi de critères qualitatifs, en particulier lors de l'utilisation d'une méthode d'évaluation de Niveau 1 ou de méthodes d'estimation de niveaux inférieurs. Ces critères qualitatifs sont décrits à la Section 5.4.3, Questions qualitatives. Les *recommandations en matière de bonnes pratiques* présentées aux Sections 5.4.2 et 5.4.3 s'appliquent à l'inventaire complet des émissions et absorptions. Pour les estimations établies aux termes des Articles 3.3 et 3.4 du Protocole de Kyoto, d'autres points sont examinés à la Section 5.4.4. Des recommandations sur l'application des résultats sont présentées à la Section 5.4.5. Le calcul de seuils pour le Niveau 1 et les évaluations des tendances avec prise en compte du secteur UTCATF sont décrits à la Section 5.4.7. Enfin, la Section 5.4.8 présente un exemple d'application de l'analyse des catégories clés de Niveau 1.

5.4.2 Méthodes quantitatives pour la détermination des catégories clés

⁵ Dans *GPG2000* le principe était nommé « catégories de sources clés » et s'appliquait aux inventaires sans le secteur UTCATF. Cependant, étant donné qu'un inventaire qui inclut le secteur UTCATF peut avoir des émissions et des absorptions, on utilise ici l'expression « catégorie clé » pour mieux refléter l'inclusion des sources et des puits. Dans le contexte de l'inventaire CCNUCC, les catégories sont des catégories d'utilisation des terres décrites au Tableau 3.1.1 au Chapitre 3. Dans le contexte du Protocole de Kyoto, chaque activité relevant des Articles 3.3 et 3.4 (si elle est prise en compte) est une catégorie.

Dans l'inventaire national de chaque pays, certaines catégories sont particulièrement significatives en raison de leur contribution à l'incertitude générale de l'inventaire. Il est important d'identifier ces *catégories clés* afin de pouvoir hiérarchiser les ressources disponibles pour l'élaboration de l'inventaire et obtenir les meilleures estimations possibles.

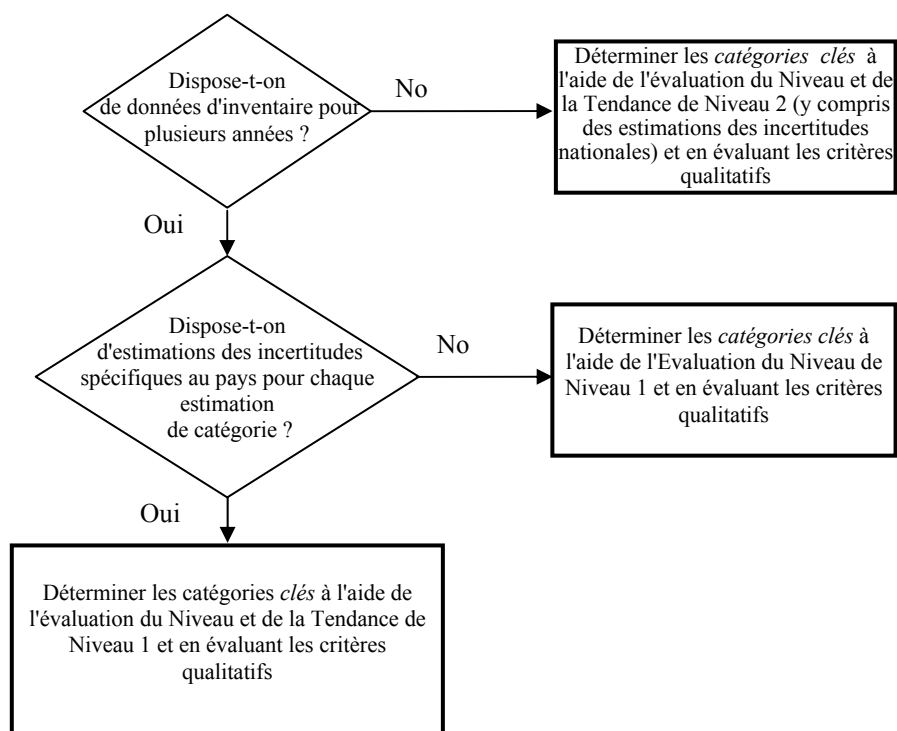
Deux niveaux d'analyse des catégories clés sont décrits, en accord avec la méthode quantitative à deux niveaux pour l'identification des catégories de sources clés décrite au Chapitre 7, Choix de méthode et recalculs, de *GPG2000*. Dans les sections ci-dessous, cette méthode a été adaptée pour permettre l'intégration des catégories UTCATF. La méthode adaptée à cet effet a trois objectifs : (i) permettre l'évaluation continue des catégories de sources clés sans le secteur UTCATF (comme décrit dans *GPG2000*) ; (ii) évaluer l'importance relative des catégories UTCATF en les intégrant dans l'analyse d'ensemble des catégories clés ; et (iii) être en accord avec les recommandations et décisions de la Conférence des Parties à la CCNUCC et au Protocole de Kyoto pour l'identification des catégories clés.

L'analyse quantitative des catégories clés sera effectuée comme suit :

- (i) Les catégories de (sources) clés devront d'abord être identifiées pour l'inventaire sans le secteur UTCATF (identification des catégories clés pour les secteurs suivants : énergie, procédés industriels, utilisation de solvants et autres produits, agriculture, et déchets) conformément aux recommandations figurant dans *GPG2000*, Chapitre 7, Choix de méthode et recalculs.
- (ii) L'analyse de catégorie clé sera ensuite répétée pour la totalité de l'inventaire, avec les catégories du secteur UTCATF. Certaines catégories non UTCATF identifiées en tant que catégories clés dans la première analyse peuvent ne pas figurer dans les catégories clés après l'inclusion du secteur UTCATF, mais devront être considérées comme des catégories clés. Dans certains pays ayant peu d'émissions ou d'absorptions nettes dans le secteur UTCATF, cette analyse intégrée identifie quelquefois des catégories supplémentaires non UTCATF en tant que catégories clés. Dans ce cas, on utilisera l'analyse effectuée pour les secteurs non UTCATF pour identifier les catégories clés dans ces secteurs, et les catégories supplémentaires non UTCATF identifiées dans l'analyse intégrée ne devront pas être considérées comme des catégories clés.

Un organisme qui a établi un inventaire des gaz à effet de serre complet peut effectuer une Évaluation du niveau de Niveau 1 pour identifier les catégories de sources ou de puits clés pour le niveau général d'émissions. Un organisme qui a établi des inventaires d'émissions pour plusieurs années pourra aussi effectuer une Évaluation de la tendance de Niveau 1 et identifier des catégories clés en raison de leur contribution à la tendance totale des émissions nationales. S'il existe des données sur les incertitudes des catégories nationales ou les incertitudes des paramètres, on pourra utiliser le Niveau 2 pour identifier les *catégories clés*. La méthode de Niveau 2 est plus détaillée que celle de Niveau 1 et donnera probablement moins de *catégories clés*. Cette méthode de Niveau 2 sera aussi mieux adaptée à une complexité plus élevée : par exemple, l'évaluation séparée des données d'activités clés et des paramètres d'estimation. Dans le cas de l'utilisation d'analyses de Niveaux 1 et 2, conformément aux *bonnes pratiques*, on utilisera les résultats de l'analyse de Niveau 2.

Figure 5.4.1 Diagramme décisionnel pour l'identification des catégories de sources et de puits clés



Le diagramme décisionnel de la Figure 5.4.1 ci-dessus illustre comment les organismes chargés des inventaires peuvent choisir la méthode à utiliser pour identifier les *catégories clés*. Ce diagramme a été établi à partir de celui de la Figure 7.1 au Chapitre 7 de *GPG2000* et modifié pour qu'il soit applicable au secteur UTCATF.

NIVEAU D'AGREGATION

Les résultats des analyses des catégories clés seront particulièrement utiles si l'analyse est effectuée au niveau de détail approprié. Pour le secteur UTCATF, il est recommandé d'utiliser le niveau d'analyse correspondant à la nomenclature de catégories décrite au Chapitre 3, comme indiqué au Tableau 5.4.1 (liste des catégories et « points spéciaux » avec informations supplémentaires sur l'analyse des catégories clés). Le Tableau 5.4.1 est une adaptation du Tableau 7.1 du Chapitre 7 de *GPG2000* et inclut les catégories du secteur UTCATF. Toutes les catégories de sources et tous les secteurs sont inclus dans le tableau pour faciliter une analyse intégrée des catégories clés. Chaque catégorie suggérée pour des activités UTCATF au Tableau 5.4.1 comprend plusieurs sous-catégories ; les *bonnes pratiques* consistent à évaluer l'importance de ces sous-catégories pour le choix des méthodes et la hiérarchisation des ressources. Conformément aux recommandations de *GPG2000*, les sous-catégories seront dites sous-catégories clés si elles représentent entre 25 et 30 pour cent des émissions ou absorptions totales pour la catégorie. A cette fin, le Tableau 3.1.3 au Chapitre 3 répertorie les sous-catégories associées à chaque catégorie figurant au Tableau 3.1.1 au Chapitre 3. On peut, par exemple, différencier des variations des stocks de carbone des sols et de la biomasse dans la catégorie « terres forestières restant terres forestières ». Un pays qui établit ses estimations selon les catégories CATF des *Lignes directrices du GIEC*, peut calquer ses estimations sur les catégories répertoriées au Tableau 5.4.1, en suivant les recommandations du Tableau 3.1.1 à la Section 3.1.2 et les informations détaillées des sections respectives du Chapitre 3.

Les pays peuvent choisir d'effectuer l'analyse quantitative à un niveau plus détaillé, auquel cas, ils devront prendre en compte les corrélations possibles (voir la méthode de Niveau 2 pour les évaluations de l'incertitude décrite à la Section 5.2, Identification et quantification des incertitudes). Les hypothèses relatives à ces corrélations devront être les mêmes pour l'évaluation des incertitudes et l'identification des *catégories clés*. Le Tableau 5.4.1 répertorie les sous-catégories qui peuvent être différenciées sans nécessiter la prise en compte des corrélations.

Si des données sont disponibles, l'analyse peut être effectuée séparément pour les émissions et les absorptions pour une catégorie donnée. Si cela n'est pas possible, il est important d'appliquer des critères qualitatifs pour identifier les catégories clés lorsque les émissions et les absorptions s'annulent mutuellement ou presque. Les critères qualitatifs sont examinés à la Section 5.4.3.

Catégories de source/puits à évaluer dans l'analyse des catégories clés	Points spéciaux
UTCATF	
Terres forestières restant terres forestières	Évaluer les catégories clés séparément pour CO ₂ , CH ₄ et N ₂ O. Dans le cas d'une catégorie clé, évaluer l'importance des sous-catégories en identifiant celles qui contribuent entre 25 et 30 pour cent aux émissions ou absorptions totales pour la catégorie. Pour des informations sur les sous-catégories associées à chaque catégorie, voir les Tableaux 3.1.1 et 3.1.3 au Chapitre 3.
Terres cultivées restant terres cultivées	
Prairies restant prairies	
Zones humides restant zones humides	
Établissements restant établissements	
Conversion en terres forestières	
Conversion en terres cultivées	Outre les recommandations ci-dessus, évaluer les effets de tout le déboisement dans le pays, conformément aux recommandations qualitatives du point six de la Section 5.4.3.
Conversion en prairies	
Conversion en zones humides ^b	
Conversion en établissements	
Conversion en autres terres	
ÉNERGIE	
Émissions de CO ₂ imputables à la combustion fixe	Ventiler au niveau de distinction des facteurs d'émissions. Dans la plupart des inventaires, ce sera les principaux types de combustibles. Si les facteurs d'émissions sont déterminés indépendamment pour certaines sous-catégories de source, celles-ci devront être identifiées dans l'analyse.
Émissions sans CO ₂ imputables à la combustion fixe	Évaluer CH ₄ et N ₂ O séparément
Combustion mobile : Véhicules routiers	Évaluer CO ₂ , CH ₄ et N ₂ O séparément.

TABLEAU 5.4.1 (Suite) SUGGESTION DE CATEGORIES DE SOURCE/PUITS DU GIEC UTCATF ET NON UTCATF ^a	
Combustion mobiles : Navigation	Évaluer CO ₂ , CH ₄ et N ₂ O séparément.
Combustion mobile : Aviation	Évaluer CO ₂ , CH ₄ et N ₂ O séparément.
Émissions fugitives imputables à l'extraction et manutention du charbon	S'il s'agit d'une source clé, les mines souterraines seront probablement la sous-catégorie de source la plus significative.
Émissions fugitives imputables au pétrole et au gaz	Cette catégorie de source comprend plusieurs sous-catégories de source qui peuvent être significatives. L'organisme chargé de l'inventaire devra évaluer cette catégorie de source, s'il s'agit d'une catégorie clé, pour déterminer les sous-catégories de source les plus importantes.
PROCÉDÉS INDUSTRIELS	
Émissions de CO ₂ imputables à la production de ciment	
Émissions de CO ₂ imputables à la production de chaux	
Émissions de CO ₂ imputables à la sidérurgie	
Émissions de N ₂ O imputables à la production d'acide adipique et d'acide nitrique	Évaluer l'acide adipique et l'acide nitrique séparément.
Émissions de PFC imputables à la production d'aluminium	
Émissions d'hexafluorure de soufre (SF ₆) imputables à la production de magnésium	
Émissions de SF ₆ imputables au matériel électrique	
Émissions de SF ₆ imputables à d'autres sources de SF ₆	
Émissions de SF ₆ imputables à la production de SF ₆	
Émissions de PFC, HFC, SF ₆ imputables à la fabrication de semi-conducteurs	Évaluer les émissions dues à tous les composés conjointement sur une base pondérée par PRG, étant donné qu'ils sont tous utilisés de la même façon dans le procédé.
Émissions de produits de remplacement des substances qui appauvrissent la couche d'ozone (produits de remplacement des SAO)	Évaluer les émissions dues à tous les HFC et PFC utilisés pour remplacer les SAO, conjointement sur une base pondérée par PRG, étant donné l'importance d'une méthode cohérente pour toutes les sources SAO.
Émissions de HFC-23 résultant de la production de HCFC-22	
AGRICULTURE	
Émissions de CH ₄ imputables à la fermentation entérique du bétail	Si cette catégorie est une catégorie de source clé, les bovins, les buffles et les ovins seront probablement les sous-catégories de source la plus significative.
Émissions de CH ₄ imputables à la gestion du fumier	Si cette catégorie est une catégorie de source clé, les bovins et les porcins seront probablement les sous-catégories de source la plus significative.
Émissions de N ₂ O imputables à la gestion du fumier	
Émissions de CH ₄ et N ₂ O imputables au brûlage de la savane	Évaluer CH ₄ et N ₂ O séparément.
Émissions de CH ₄ et N ₂ O imputables au brûlage des résidus de cultures	Évaluer CH ₄ et N ₂ O séparément.
Émissions directes de N ₂ O imputables aux sols cultivés	
Émissions indirectes de N ₂ O imputables à l'azote utilisé en agriculture	
Émissions de CH ₄ imputables à la riziculture	
DÉCHETS	
Émissions de CH ₄ imputables aux sites d'élimination des déchets solides	
Émissions imputables au traitement des eaux usées	Évaluer CH ₄ et N ₂ O séparément.
Émissions imputables à l'incinération des déchets	Évaluer CO ₂ et N ₂ O séparément.
AUTRES	Si possible, inclure d'autres sources d'émissions de gaz à effet de serre direct qui ne figurent pas ci-dessus.
^a Dans certains cas, les organismes chargés des inventaires peuvent modifier cette liste des catégories de source du GIEC afin de refléter des circonstances nationales particulières.	
^b Les réservoirs peuvent être différenciés dans l'analyse.	

L'analyse peut être effectuée à l'aide d'émissions équivalents CO₂ calculées avec les Potentiels de réchauffement global (PRG) spécifiés dans les *Lignes directrices pour la préparation des communications nationales des Parties visées à l'Annexe I à la Convention, Première partie : Lignes directrices sur la présentation des inventaires annuels (Lignes directrices de la CCNUCC)* et Annexe au Protocole de Kyoto⁶. Chaque gaz à effet de serre pour une catégorie de source ou de puits devra être examiné séparément, sauf s'il existe des raisons méthodologiques spécifiques justifiant le traitement collectif des gaz. Dans le secteur UTCATF, par exemple, on estimera les émissions et absorptions de CO₂, N₂O et CH₄. On devra évaluer séparément la catégorie clé pour chacun de ces gaz, car les méthodes, les facteurs d'émissions et les incertitudes associées sont différents pour chaque gaz.

5.4.2.1 METHODE DE NIVEAU 1 POUR L'IDENTIFICATION DES CATEGORIES DE SOURCES ET PUIITS CLES

La méthode de Niveau 1 pour l'identification des catégories clés évalue les incidences de diverses catégories de sources et de puits sur le *niveau* et, si possible, sur la *tendance* de l'inventaire national d'émissions. Si on dispose d'estimations d'inventaire national pour plusieurs années, les *bonnes pratiques* consistent à évaluer la contribution de chaque catégorie pour le niveau et la tendance de l'inventaire national. Si les données d'inventaire ne portent que sur une seule année, on effectuera une évaluation du niveau.

La méthode de Niveau 1 est facilement applicable par analyse sur tableur. Les Tableaux 5.4.2 et 5.4.3 illustrent le format de l'analyse. L'emploi de tableurs séparés est recommandé pour l'évaluation du Niveau et de la Tendance car les résultats de l'analyse doivent être classés en deux colonnes, et les résultats du classement sont moins faciles à étudier sur un seul tableau. Le format des deux tableaux est semblable à celui décrit au Chapitre 6 de *GPG2000* (GIEC 2000), Quantification des incertitudes en pratique. La Section 5.4.8 illustre la mise en œuvre de la méthode de Niveau 1.

EVALUATION DU NIVEAU

On calcule la contribution de chaque catégorie de source ou de puits au niveau total de l'inventaire national avec l'Équation 5.4.1 :

<p>ÉQUATION 5.4.1 ÉVALUATION DU NIVEAU (NIVEAU 1)</p> <p>Évaluation du Niveau de la catégorie clé = Estimation de la catégorie de source ou de puits / Contribution totale</p> $N_{x,t}^* = E_{x,t}^* / E_t^*$

Où : $N_{x,t}^*$ = l'évaluation du niveau pour la source ou le puits x pour l'année t . L'astérisque (*) indique que les contributions pour toutes les catégories (y compris les catégories UTCATF) sont entrées sous forme de valeurs absolues.

$E_{x,t}^*$ = $|E_{x,t}|$: valeur absolue de l'estimation d'émissions ou d'absorptions de la catégorie de source ou de puits x pour l'année t

E_t^* = $\sum_x |E_{x,t}|$: contribution totale, à savoir la somme des valeurs absolues des émissions et absorptions pour l'année t . L'astérisque (*) indique que les contributions pour toutes les catégories (y compris les catégories UTCATF) sont entrées sous forme de valeurs absolues.

Étant donné que les émissions et absorptions sont entrées avec un signe positif⁷, la Contribution totale peut être plus élevée que les émissions nationales totales moins les émissions.⁸

Le Tableau 5.4.2 présente un tableur utilisable pour l'Évaluation du niveau. Ce tableau doit être utilisé *en plus* de l'évaluation pour les sources non UTCATF, comme décrit dans *GPG2000*, Tableau 7.2 du Chapitre 7, Choix de méthode et recalculs. La Section 5.4.8 présente un exemple d'application de la méthode de Niveau 1.

⁶ En général, la méthodologie peut être aussi appliquée avec d'autres types de pondération, mais le calcul du seuil pour l'analyse de Niveau 1 a été basé sur le principe des PRG et peut être différent avec d'autres types de pondération.

⁷ Les absorptions sont entrées avec des valeurs absolues pour éviter une valeur cumulative $N_{x,t}$ fluctuante, qui pourrait se produire si les absorptions étaient entrées avec des signes négatifs, et pour faciliter l'interprétation directe de l'analyse quantitative.

⁸ Cette équation peut être utilisée dans tous les cas, que l'inventaire national de gaz à effet de serre soit une source nette (le cas le plus fréquent) ou un puits net.

A	B	C	D	E
Catégories de source/puits du GIEC	Gaz à effet de serre direct	Estimation des émissions ou absorptions pour l'année de référence ou pour l'année courante (valeur absolue)	Évaluation du niveau avec UTCATF, à partir de la colonne C	Total cumulatif de la colonne D
Total				

Où : Colonne A : liste des catégories de sources et de puits du GIEC (voir Tableau 5.4.1)

Colonne B : gaz à effet de serre direct

Colonne C : émissions ou absorptions de chaque gaz à effet de serre pour l'année de référence ou pour l'année courante, en unités équivalent CO₂. Les estimations d'absorptions sont entrées sous forme de valeurs absolues (signes positifs)

Colonne D : Évaluation du niveau, avec UTCATF, à partir de la colonne C, avec l'Équation 5.4.1

Colonne E : Total cumulatif de la colonne D

Dans le tableau, les valeurs pour l'Évaluation du niveau sont calculées à la colonne D, à l'aide de l'Équation 5.4.1. On entrera la valeur de l'Évaluation du niveau, avec le secteur UTCATF, à la colonne D pour chaque catégorie. Toutes les entrées dans la colonne D devront être positives en raison de l'entrée de valeurs absolues des puits dans la colonne C pour les estimations d'absorptions. La somme de toutes les entrées dans la colonne D est entrée à la ligne « total » du tableau (on notera que ce total ne représente pas les émissions nettes (ou les absorptions nettes) totales). Au terme des entrées dans la colonne D, les catégories sont classées par ordre décroissant d'importance, et le total cumulatif ajouté à la colonne E. Les catégories clés, avec le secteur UTCATF, sont celles qui, une fois ajoutées par ordre décroissant d'importance, représentent plus de 95 pour cent du total à la colonne D. Les raisons du choix du seuil pour la méthode de Niveau 1 sont expliquées à la Section 5.4.7. Les méthodes sont basées sur *GPG2000* et Rypdal et Flugsrud (2001). Conformément aux *bonnes pratiques*, on examinera soigneusement les catégories identifiées entre les seuils 95 et 97 pour cent en ce qui concerne les critères qualitatifs (voir Section 5.4.3).

L'évaluation du niveau devra être effectuée pour toutes les années pour lesquelles il existe des estimations d'inventaire. Si les estimations d'inventaires antérieurs n'ont pas changé, il est inutile de recalculer l'analyse des années antérieures ; mais si des estimations ont été modifiées ou recalculées, l'analyse pour cette année devra être mise à jour. Toute catégorie qui satisfait au seuil pour une année devra être considérée comme une *catégorie clé*.

EVALUATION DE LA TENDANCE

L'Équation 5.4.2 ci-dessous permet d'évaluer la contribution de la tendance de la catégorie de source ou de puits à la tendance de l'inventaire total si on dispose de données pour plusieurs années d'inventaire.

<p>ÉQUATION 5.4.2⁹ ÉVALUATION DE LA TENDANCE (NIVEAU 1)</p> <p>Évaluation de la tendance de la catégorie de source ou de puits = (Évaluation de la tendance de la catégorie de source ou de puits) • (Évaluation du niveau de la catégorie de source ou de puits – Tendance totale) </p> $T_{x,t}^* = E_{x,t}^* / E_t \bullet [(E_{x,t} - E_{x,0}) / E_{x,t}] - [(E_t - E_0) / E_t]$

Où : $T_{x,t}^*$ = évaluation de la tendance, à savoir la contribution de la tendance de la catégorie de source ou de puits à la tendance de l'inventaire général. L'Évaluation de la tendance est toujours entrée sous forme de valeur absolue, c'est-à-dire qu'une valeur négative est toujours entrée comme la valeur positive équivalente. L'astérisque (*) indique que, contrairement à l'Équation 7.2, au Chapitre 7 de *GPG2000*, les sources et les puits UTCATF peuvent être évalués avec cette équation.

$E_{x,t}^*$ = $|E_{x,t}|$ valeur absolue de l'estimation d'émissions ou d'absorptions de la catégorie de source ou de puits x pour l'année t

⁹ Norwegian Pollution Control Authority avec Rypdal et Flugsrud (2001).

$E_{x,t}$ et $E_{x,0}$ = valeurs réelles des estimations de catégorie de source ou de puits x pour les années t et 0, respectivement

E_t et E_0 = $\sum_x E_{x,t}$ et $\sum_x E_{x,0}$ estimations d'inventaire totales pour les années t et 0, respectivement. E_t et E_0 diffèrent de E_t^* et E_0^* dans l'Équation 5.4.1 en ceci que les absorptions ne sont *pas* entrées sous forme de valeurs absolues.

La Tendance de la catégorie de source ou de puits est la variation temporelle des émissions de la catégorie de source ou de puits, calculée par soustraction de l'estimation pour l'année de référence (année 0) pour la catégorie de source ou de puits x de l'estimation pour l'année courante (année t) et division par l'estimation pour l'année courante.¹⁰

La Tendance totale est la variation temporelle des émissions (ou absorptions) de l'inventaire total, calculée par soustraction de l'estimation pour l'année de référence (année 0) pour l'inventaire total de l'estimation pour l'année courante (année t) et division par l'estimation pour l'année courante.

Lorsque les émissions de l'année courante pour une catégorie donnée sont égales à zéro, on peut reformuler l'expression pour ne pas avoir zéro au dénominateur (Équation 5.4.3).¹¹

ÉQUATION 5.4.3
ÉVALUATION DE LA TENDANCE AVEC EMISSIONS EGALES A ZERO POUR L'ANNEE COURANTE¹²

$$T_{x,t}^* = | E_{x,0} / E_t |$$

L'Évaluation de la tendance identifiera les catégories de source dont la tendance diffère de celle de l'inventaire général. Sachant que les différences de tendances sont plus significatives pour le niveau de l'inventaire général pour les catégories de sources ou de puits importantes (en termes absolus), on multiplie le résultat des différences des tendances (c'est-à-dire tendance de la catégorie de source moins tendance totale) par $| E_{x,t}^* | / E_t$ pour obtenir une pondération appropriée. Les catégories clés seront celles où la tendance de la catégorie de source diffère significativement de la tendance totale, avec pondération par le niveau d'émissions ou d'absorptions de la catégorie.

Le Tableau 5.4.3 présente un tableur utilisable pour l'Évaluation de la tendance. Ce tableau doit être utilisé *en plus* de l'évaluation pour les sources non UTCATF, comme décrit dans *GPG2000*, Tableau 7.3, Chapitre 7, Choix de méthode et recalculs. La Section 5.4.8 présente un exemple d'application de la méthode de Niveau 1.

A	B	C	D	E	F	G
Catégories de source/puits du GIEC	Gaz à effet de serre direct	Estimation pour l'année de référence	Estimation pour l'année courante	Évaluation de la tendance	Pourcentage de contribution à la tendance	Total cumulatif de la colonne F
Total						

Où : Colonne A : liste des catégories de source du GIEC (voir Tableau 5.4.1)

Colonne B : gaz à effet de serre direct

Colonne C : estimations d'émissions ou d'absorptions pour l'année de référence, obtenues à partir des données d'inventaire national, en unités équivalent CO₂. Les puits sont entrés sous forme de valeurs avec signes (valeurs positives ou négatives).

¹⁰ Bien qu'on étudie souvent les taux de croissance sous forme de $(E_t - E_0) / E_0$, où le taux de croissance est mesuré à partir d'une valeur initiale pour l'année 0, la forme fonctionnelle de l'Equation 7.2 au Chapitre 7 de *GPG2000* a été conçue pour limiter les cas de division par zéro et pour permettre l'analyse de l'importance des catégories de source à très faibles émissions pour l'année de référence (produits de substitution pour les substances qui appauvrissent la couche d'ozone, etc.).

¹¹ Cette équation ne figurait pas dans *GPG2000*, mais, en général, elle peut aussi être appliquée aux catégories non UTCATF car elle est dérivée de l'Equation 5.4.2.

¹² Ce résultat s'applique lorsque $E_{x,t} = 0$ est inséré dans l'Equation 5.4.2.

Colonne D : estimations d'émissions pour l'année courante, obtenues à partir du plus récent inventaire national, en unités équivalent CO₂. Les puits sont entrés sous forme de valeurs avec signes

Colonne E : évaluation de la tendance, obtenue par l'Équation 5.4.2, entrée sous forme de valeur absolue

Colonne F : pourcentage de la contribution au total des évaluations de la colonne E

Colonne G : total cumulatif de la colonne F, calculé après classement des entrées de la colonne F par ordre décroissant d'importance

Les catégories UTCATF identifiées dans cette analyse devront être considérées comme des catégories clés *en plus* de celles identifiées dans l'analyse sans les émissions et absorptions du secteur UTCATF. Si d'autres catégories non UTCATF sont identifiées comme des catégories clés lors de l'inclusion du secteur UTCATF dans l'analyse, elles ne devront pas être considérées initialement comme des catégories clés, mais devront être soigneusement étudiées à l'aide des critères qualitatifs.

Les entrées aux colonnes A, B et C ou D devront être identiques à celles utilisées au Tableau 5.4.2, Tableau pour l'analyse de Niveau 1 – Évaluation du niveau. L'estimation pour l'année de référence à la colonne C est toujours entrée dans le tableau, mais l'estimation pour l'année courante à la colonne D dépendra de l'année de l'analyse. On calculera la valeur absolue de $T_{x,t}$ de la colonne E pour chaque catégorie de source ou de puits, en utilisant l'Équation 5.4.2, ainsi que la somme de toutes les entrées à la ligne « Total » du tableau.¹³ Le pourcentage de contribution de chaque catégorie au total de la colonne E devra être calculé et entré à la colonne F. Les catégories (c'est-à-dire les lignes du tableau) devront être classées par ordre décroissant d'importance, basé sur la colonne F. Le total cumulatif de la colonne F devra être ajouté à la colonne G. Les catégories clés sont celles qui, une fois ajoutées par ordre décroissant d'importance, représentent plus de 95 pour cent de la colonne E. La Section 5.4.8. présente un exemple d'analyse de Niveau 1 pour le niveau et la tendance.

5.4.2.2 METHODE DE NIVEAU 2 POUR L'IDENTIFICATION DES CATEGORIES DE SOURCE ET DE PUICTS CLÉS

La méthode de Niveau 2, plus sophistiquée, permet d'identifier les *catégories de source et de puits clés* à partir des résultats de l'analyse de l'incertitude décrite à la Section 5.2, Identification et quantification des incertitudes, du présent rapport et dans *GPG2000*, Chapitre 6, Quantification des incertitudes en pratique. Cette méthode de Niveau 2 est conforme aux *bonnes pratiques*, mais n'est pas indispensable à celles-ci. Les organismes chargés des inventaires sont invités à utiliser cette méthode si possible, car elle peut permettre de mieux comprendre les raisons qui font que certaines catégories sont des catégories clés et peut faciliter la hiérarchisation des activités en vue d'améliorer la qualité et de réduire l'incertitude générale de l'inventaire. Cependant, on doit être conscient qu'étant donné que la méthode de Niveau 1 est une méthode simplifiée, les méthodes de Niveau 1 et de Niveau 2 peuvent donner des différences au niveau des catégories clés. Dans ce cas, on utilisera les résultats de la méthode de Niveau 2.

En particulier, il est important de savoir qu'une catégorie UTCATF peut inclure des flux importants, et que les émissions et absorptions peuvent s'annuler mutuellement. Une analyse de Niveau 2 peut permettre une évaluation à un niveau encore plus détaillé de sous-estimations, et on devra alors évaluer et modéliser les corrélations selon les besoins. Lorsque l'analyse est basée sur une méthode de Niveau 1, on effectuera l'évaluation à l'aide des critères qualitatifs décrits à la Section 5.4.3.

APPLICATION DES ESTIMATIONS D'INCERTITUDE POUR L'IDENTIFICATION DES CATEGORIES DE SOURCE ET DE PUICTS CLES

L'analyse des *catégories clés* peut être affinée par l'intégration d'estimations de l'incertitude des catégories nationales établies à la Section 5.2. Les estimations d'incertitude basées sur la méthode de Niveau 1 décrite à la Section 5.2 suffisent pour cela, mais il sera préférable d'utiliser, si possible, des estimations basées sur la méthode de Niveau 2. Les incertitudes de la catégorie sont intégrées par pondération des résultats de l'Évaluation du Niveau et de la Tendance de Niveau 1 avec l'incertitude relative de la catégorie. Les équations pour les catégories clés figurent ci-après.

13 Contrairement à l'Évaluation du niveau, où toutes les entrées seront positives, dans l'Évaluation de la tendance, des valeurs négatives se produiront si le pourcentage de diminution des émissions de la catégorie de source est supérieur aux émissions de l'inventaire total, ou si le pourcentage d'augmentation est inférieur aux émissions de l'inventaire total. Dans cette analyse, les valeurs négatives et positives sont jugées équivalentes, et leurs valeurs absolues sont consignées dans le tableau.

ÉVALUATION DU NIVEAU

L'Équation 5.4.4 représente l'Évaluation du Niveau de Niveau 2, avec l'incertitude. Le résultat de cette évaluation ($NI_{x,t}$) est identique au résultat de la quantification des incertitudes en pratique, comme indiqué à la colonne H du Tableau 6.1 du Chapitre 6 de *GPG2000*. Par conséquent, si ce tableau a été rempli, il n'est pas nécessaire de recalculer l'Équation 5.4.4.

<p>ÉQUATION 5.4.4 ÉVALUATION DU NIVEAU (NIVEAU 2)</p> <p>Évaluation du niveau, avec incertitude = Évaluation du niveau de Niveau 1 • Incertitude relative de la catégorie</p> $NI_{x,t} = N_{x,t} \cdot I_{x,t}$

Où : $NI_{x,t}$ = Évaluation du niveau, avec incertitude
 $N_{x,t}$ = calculé comme pour l'Équation 5.4.1
 $I_{x,t}$ = incertitude relative de la catégorie pour l'année t , calculée comme décrit à la Section 5.2.
 L'incertitude relative aura toujours un signe positif.

Les catégories clés sont celles qui, une fois ajoutées, représentent 90 pour cent de la valeur totale de $NI_{x,t}$. Ce pourcentage est à la base du calcul du seuil utilisé dans l'analyse de Niveau 1 – voir Section 5.4.7 et Rypdal et Flugsrud (2001).

ÉVALUATION DE LA TENDANCE

L'Équation 5.4.5 montre comment développer l'Évaluation de la Tendence de Niveau 2 pour inclure l'incertitude.

<p>ÉQUATION 5.4.5 ÉVALUATION DE LA TENDANCE (NIVEAU 2)</p> <p>Évaluation de la tendance, avec incertitude = Évaluation de la tendance de Niveau 1 • Incertitude relative de la catégorie</p> $TI_{x,t} = T_{x,t} \cdot I_{x,t}$

Où : $TI_{x,t}$ = Évaluation de la tendance, avec incertitude
 $T_{x,t}$ = Évaluation de la tendance, calculée dans l'Équation 5.4.2
 $I_{x,t}$ = Incertitude relative de la catégorie pour l'année t , calculée comme décrit à la Section 5.2.
 L'incertitude relative aura toujours un signe positif.

Les catégories clés sont celles qui, une fois ajoutées, représentent 90 pour cent de la valeur totale de $TI_{x,t}$. Ce pourcentage est à la base du calcul du seuil utilisé dans l'analyse de Niveau 1 – voir Section 5.4.7 et Rypdal et Flugsrud (2001).

INTÉGRATION DE L'ANALYSE MONTE CARLO

L'analyse Monte Carlo, présentée à la Section 5.2, Identification et quantification des incertitudes, est la méthode de Niveau 2 pour l'évaluation quantitative de l'incertitude. L'analyse de Niveau 1 requiert des hypothèses simplifiées pour calculer l'incertitude des catégories, mais la méthode Monte Carlo est adaptée à des incertitudes élevées et à des fonctions de densité de probabilité complexes, des corrélations et des équations d'estimations simples et complexes. On peut utiliser directement les incertitudes des catégories obtenues par l'analyse Monte Carlo dans les Équations 5.4.4 et 5.4.5, en utilisant la différence la plus importante entre la moyenne et la limite de confiance lorsque les incertitudes sont asymétriques.

L'analyse Monte Carlo ou d'autres outils statistiques sont aussi utiles pour des analyses de la sensibilité de l'inventaire visant à identifier les principaux facteurs de l'incertitude de l'inventaire. L'analyse Monte Carlo ou des analyses similaires peuvent donc être très utiles pour l'analyse des catégories clés. On peut les utiliser, par exemple, pour analyser des catégories de sources plus subdivisées (par la modélisation des corrélations) et des facteurs d'émissions et données d'activités séparément (pour identifier les paramètres clés plutôt que les catégories clés). L'analyse des paramètres clés peut être basée sur les Équations 5.4.4 et 5.4.5 ci-dessus, en compilant les coefficients de corrélation entre entrées et sorties (Morgan et Henrion, 1990) ou avec d'autres techniques appropriées.

5.4.3 Critères qualitatifs

Dans certains cas, les résultats des analyses de Niveau 1 ou de Niveau 2 des catégories clés peuvent ne pas identifier toutes les catégories qui devront avoir priorité dans l'inventaire. *GPG2000* contient une liste de critères qualitatifs, prévus pour les cas spécifiques qui risquent de ne pas être reflétés par l'évaluation quantitative. Ces critères devront être appliqués aux catégories non identifiées dans l'analyse quantitative, et toute catégorie supplémentaire identifiée peut être ajoutée à la liste des catégories clés.

Les critères qualitatifs identifiés au Chapitre 7 de *GPG2000* ont été affinés pour être représentatifs du secteur UTCATF :

- Techniques et technologies d'atténuation : Si les émissions imputables à une catégorie diminuent ou si les absorptions augmentent suite à la mise en œuvre de techniques ou de technologies d'atténuation, conformément aux *bonnes pratiques*, ces catégories seront identifiées en tant que catégories clés.
- Prévion d'une augmentation importante des émissions ou des absorptions : Si l'organisme chargé de l'inventaire prévoit une augmentation importante des émissions ou des absorptions pour une catégorie, il est invité à identifier cette catégorie en tant que catégorie clé. Certaines de ces catégories auront été identifiées par l'Évaluation de la Tendence, ou le seront à l'avenir. Une identification précoce des catégories clés à l'aide de critères qualitatifs est recommandée, en raison de l'importance de la mise en œuvre précoce d'une méthode de niveau supérieur conforme aux bonnes pratiques.
- Incertitude élevée : Si l'organisme chargé de l'inventaire ne tient pas compte explicitement de l'incertitude en utilisant la méthode de Niveau 2 pour identifier les *catégories clés*, il souhaitera peut-être identifier les catégories les plus incertaines en tant que catégories clés, car on peut réduire l'incertitude générale en améliorant les estimations pour les catégories les plus incertaines.
- Émissions ou absorptions anormalement faibles ou élevées : Lorsque les émissions ou absorptions sont bien plus élevées ou bien plus faibles que ce qui serait prévu avec l'utilisation des méthodes des *Lignes directrices du GIEC* ou celles décrites aux Chapitres 3 et 4 du présent rapport (en raison, par exemple, de l'emploi d'un facteur d'émissions national), ces catégories devront être identifiées en tant que catégories clés. On prêtera particulièrement attention aux procédures AQ/CQ (Section 5.5) et à la documentation pour ces catégories.
- Stocks élevés : Lorsqu'un petit flux net résulte de la soustraction d'émissions et d'absorptions élevées, l'incertitude peut être très élevée. Par conséquent, lorsqu'on passe d'une méthode d'estimation de Niveau 1 à des méthodes supérieures, l'ordre de classement des catégories de sources du GIEC peut changer et des catégories qui n'étaient pas significatives peuvent le devenir.
- Déboisement : Dans l'analyse quantitative des catégories clés, le déboisement est examiné dans plusieurs catégories de changements d'affectation des terres (par exemple, les terres converties en prairies sont étudiées séparément des terres converties en terres cultivées). Pour être en accord avec les *Lignes directrices du GIEC*, les pays devront identifier et ajouter les estimations d'émissions associées à la conversion des forêts en une autre catégorie. « Déboisement » devra être considéré comme une catégorie clé si la somme est supérieure à la plus petite catégorie considérée comme une catégorie clé dans l'analyse quantitative. Dans ce cas, les pays peuvent aussi examiner les conversions significatives (représentant plus de 30 pour cent) de l'estimation et les classer en tant que catégories clés.
- Exhaustivité : Les résultats obtenus avec les méthodes de Niveau 1 ou 2 seront incorrects si l'inventaire n'est pas complet. L'analyse peut être effectuée, mais des catégories clés risquent de figurer parmi les catégories non estimées. Dans ce cas, les *bonnes pratiques* consistent à effectuer un examen qualitatif des catégories clés potentielles à l'aide des critères qualitatifs susmentionnés. Les *Lignes directrices du GIEC* (GIEC, 1997), *GPG2000* (GIEC, 2000) et le présent rapport répertorient des catégories de sources et de puits potentielles. L'inventaire d'un pays dont les circonstances nationales sont similaires peut souvent donner de bonnes indications sur les catégories clés potentielles.

Pour chaque catégorie clé identifiée, l'organisme chargé de l'inventaire devra déterminer si certaines sous-catégories sont particulièrement significatives (représentent une proportion importante des émissions ou absorptions). Conformément aux *bonnes pratiques*, on identifiera les sous-catégories qui sont particulièrement importantes et on s'efforcera d'améliorer la méthodologie pour ces sous-catégories.

5.4.4 Identification des catégories clés aux termes des Articles 3.3 et 3.4 du Protocole de Kyoto

On peut aussi appliquer le principe des catégories clés lors du choix de méthodes d'estimation conformes aux *bonnes pratiques* pour les émissions et absorptions résultant d'activités relevant des Articles 3.3 et 3.4 du Protocole

de Kyoto à la CCNUCC. On peut identifier les catégories clés pour la notification aux termes du Protocole de Kyoto en suivant les recommandations de la présente section. Le Chapitre 4 contient des recommandations détaillées sur la prise en compte des catégories clés dans le choix méthodologique pour une notification aux termes du Protocole de Kyoto.

Étant donnée l'absence d'informations antérieures sur le calcul de ces estimations aux termes du Protocole de Kyoto, il est recommandé d'utiliser la même base pour l'évaluation des catégories clés relevant des Articles 3.3 et 3.4 du Protocole de Kyoto que celle utilisée pour l'inventaire CCNUCC. Lorsqu'une catégorie est identifiée en tant que catégorie clé dans l'inventaire CCNUCC, l'activité associée relevant du Protocole de Kyoto devra être considérée comme une catégorie clé pour la notification aux termes du Protocole de Kyoto.¹⁴ L'identification des catégories clés aux termes du Protocole de Kyoto devra aussi inclure des estimations qualitatives car la correspondance entre les catégories CCNUCC et les activités relevant du Protocole de Kyoto n'est pas toujours évidente. Un pays pourra aussi utiliser une méthode quantitative de Niveau 2 pour identifier les catégories clés de ses inventaires, y compris les activités relevant du Protocole de Kyoto. Le plus souvent, les résultats de cette évaluation donneront un nombre de catégories clés UTCATF moins élevé.

Le Tableau 5.4.4 permet d'établir le lien entre les catégories du Chapitre 3 et du Chapitre 4 pour l'identification des catégories clés aux termes des Articles 3.3 et 3.4 du Protocole de Kyoto.

TABLEAU 5.4.4 LIEN ENTRE DES ACTIVITES IDENTIFIEES AU CHAPITRE 3 ET AU CHAPITRE 4 ET LES CATEGORIES SOURCE/PUITS DU GIEC POUR LE SECTEUR UTCATF		
1	2	3
Catégories du Chapitre 3	Catégories du Chapitre 4	Catégorie clé si l'élément de la colonne 1 a été identifié comme clé dans l'analyse de l'inventaire CCNUCC ^a
TERRES FORESTIÈRES		
Terres forestières restant terres forestières (gérées)	GF, GP, GTC	
Terres converties en terres forestières (gérées)	BR	
TERRES CULTIVÉES		
Terres cultivées restant terres cultivées	GTC, RCV	
Terres converties en terres cultivées	D, RCV, GTC	
PRAIRIES		
Parcours et prairies restant parcours et prairies (gérés)	GM, RCV	
Terres converties en parcours et prairies (gérées)	D, RCV, GP	
ZONES HUMIDES		
Zones humides restant zones humides (gérées)	RCV	
Terres converties en zones humides	D, RCV	
ÉTABLISSEMENTS		
Établissements restant établissements	RCV	
Terres converties en établissements	D, RCV	
AUTRES TERRES ^{a b}		
Autres terres restant autres terres		
Terres converties en autres terres	D	
^a Activités relevant de l'Article 3.4 uniquement lorsqu'elles sont prises en compte ^b En théorie, la restauration du couvert végétal peut se produire dans les deux sous-catégories. GF : gestion des forêts, BR : boisement et reboisement, GTC : gestion des terres cultivées, D : déboisement, RCV : Restauration du couvert végétal GP : gestion des pâturages.		

¹⁴ Ceci s'applique aussi dans le cas de recouvrements partiels avec l'inventaire CCNUCC.

La colonne de gauche contient les catégories du Chapitre 3 qui ont peut-être été utilisées dans l'analyse des catégories clés de l'inventaire CCNUCC¹⁵. Si une des ces catégories a été identifiée comme une catégorie clé, initialement, les activités relevant du Protocole de Kyoto dans la colonne de droite correspondante devront être considérées comme des activités clés. Mais, quelquefois, plusieurs activités relevant du Protocole de Kyoto peuvent potentiellement être des activités clés. Conformément aux *bonnes pratiques*, on devra les étudier qualitativement pour déterminer celles qui sont réellement des activités clés. Par exemple, si des terres converties en parcs et prairies ont été identifiées comme des catégories clés, il pourra y avoir des activités de déboisement, restauration du couvert végétal, gestion des prairies ou changements d'affectation des terres non couvertes par le Protocole de Kyoto. La superficie des terres faisant l'objet d'une restauration du couvert végétal peut être largement inférieure à la superficie de la catégorie du Chapitre 3 dans laquelle l'activité a lieu. Dans ce cas, et si la restauration du couvert végétal est identifiée comme une activité potentiellement clé conformément au Tableau 5.4.4, les pays peuvent évaluer séparément l'importance des émissions et absorptions des gaz à effet de serre dans la restauration du couvert végétal comparé à l'/aux autre(s) catégorie(s). Les *bonnes pratiques* consistent à expliquer et documenter les catégories clés potentielles identifiées comme catégories clés pour la notification aux termes du Protocole de Kyoto.

De plus, conformément aux *bonnes pratiques*, on devra tenir compte des points suivants pour déterminer les catégories clés pour les estimations établies aux termes des Articles 3.3 et 3.4 du Protocole de Kyoto :

- Comme illustré au Tableau 5.4.4, il peut y avoir plusieurs activités relevant du Protocole de Kyoto dans plusieurs catégories de l'inventaire CCNUCC. Les *bonnes pratiques* consistent alors à examiner les émissions et absorptions totales par cette activité dans le cadre de l'analyse des catégories clés. Dans ce cas, une activité sera considérée clé si les émissions ou absorptions par la somme sont supérieures aux émissions par la plus petite catégorie identifiée comme catégorie clé dans l'inventaire CCNUCC (avec UTCATF).
- Si, lors de l'application de méthodes quantitatives, une catégorie n'est pas identifiée en tant que catégorie clé pour l'année courante, mais devrait augmenter considérablement à l'avenir, elle devra être considérée comme une catégorie clé. Ceci pourrait se produire, par exemple, dans le cas d'un grand programme de boisement qui a créé des petits puits pendant les années initiales, mais qui devrait en créer de beaucoup plus grands par la suite.
- Dans certains cas, les émissions ou absorptions par une activité relevant du Protocole de Kyoto peuvent être supérieures à celles de la catégorie associée dans l'inventaire CCNUCC, auquel cas, l'activité relevant du Protocole de Kyoto devra être identifiée en tant que catégorie clé si ses émissions/absorptions sont supérieures aux émissions de la plus petite catégorie identifiée comme clé dans l'inventaire CCNUCC (avec UTCATF).

Pour chaque catégorie clé, l'organisme chargé de l'inventaire devra déterminer si certaines sous-catégories sont particulièrement significatives (représentent une proportion importante des émissions ou absorptions). Par exemple, si la gestion des terres cultivées est une activité prise en compte et identifiée en tant que catégorie clé, les *bonnes pratiques* consisteront à identifier les sous-catégories particulièrement importantes et à améliorer la méthodologie pour ces sous-catégories. Comme décrit à la Section 5.4.2.2, l'évaluation quantitative de la catégorie clé ne peut être faite qu'à un niveau plus sub-divisé si on peut prendre en compte des corrélations entre les données d'entrée.

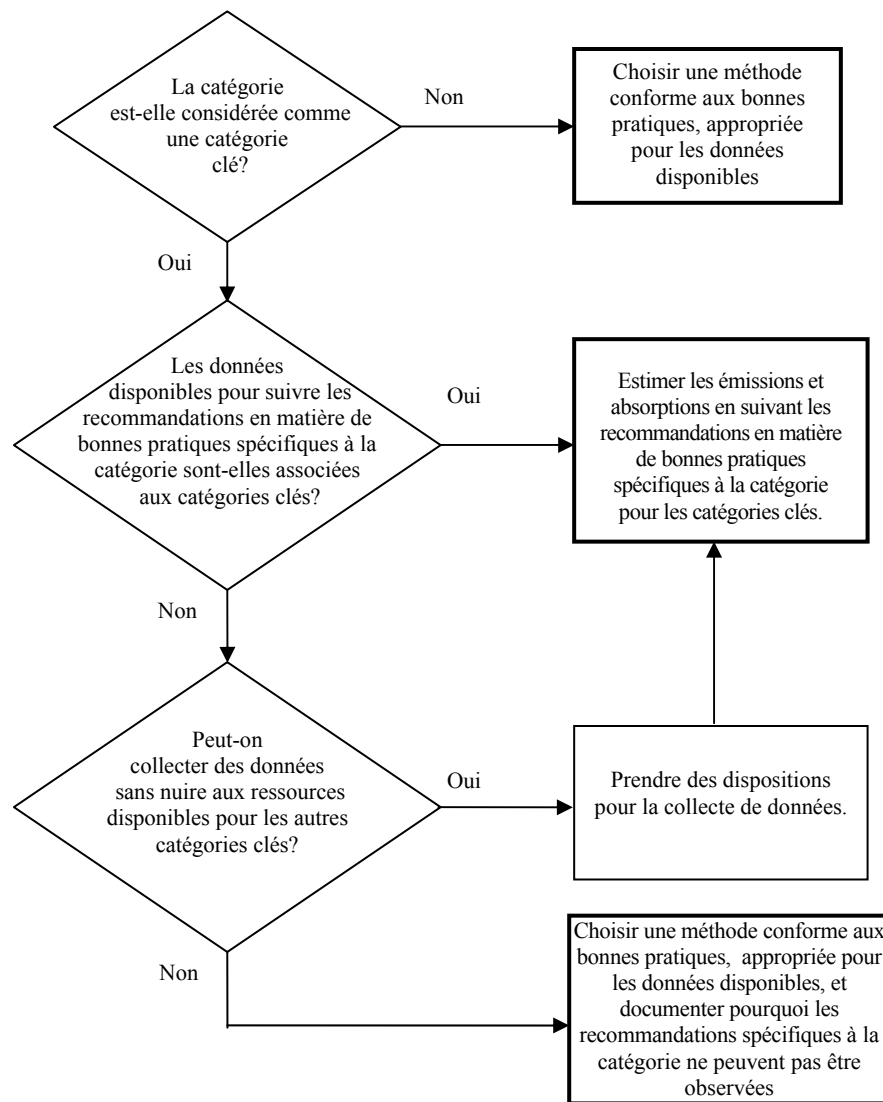
Étant donné l'existence de prescriptions spéciales pour les méthodologies et vérifications pour les estimations pour des projets UTCATF relevant des Articles 6 et 12 du Protocole de Kyoto, les projets n'ont pas été intégrés dans le principe des catégories clés. La Section 4.3 au Chapitre 4 contient des *recommandations en matière de bonnes pratiques* sur le calcul de ces estimations pour les inventaires UTCATF notifiés aux termes du Protocole de Kyoto.

5.4.5 Application des résultats

L'identification des *catégories clés* des inventaires nationaux est importante car les ressources disponibles pour la préparation des inventaires ne sont pas illimitées et leur utilisation devra être hiérarchisée. Il est essentiel de préparer des estimations pour toutes les catégories, pour garantir l'exhaustivité de l'inventaire. Dans la mesure du possible, les *catégories clés* devront faire l'objet d'un examen plus approfondi concernant deux aspects importants de l'inventaire. La Figure 5.4.2 représente un diagramme décisionnel pour le choix d'une méthode conforme aux *bonnes pratiques* ; ce diagramme a été établi à partir de celui de la Figure 7.4 du Chapitre 7 de *GPG2000* et modifié pour qu'il soit applicable au secteur UTCATF.

¹⁵ Si l'analyse était basée sur les catégories de source/puits du GIEC (1996) la transformation sera moins précise. La mise en correspondance est décrite au Chapitre 3, Section 3.1.

Figure 5.4.2 Diagramme décisionnel pour le choix d'une méthode conforme aux *bonnes pratiques*



En premier lieu, on s'attachera plus particulièrement à examiner le choix méthodologique pour les catégories clés. Comme indiqué dans le diagramme décisionnel à la Figure 5.4.2, les organismes chargés des inventaires sont invités à utiliser des méthodes conformes aux *bonnes pratiques* spécifiques à la catégorie pour les catégories clés, sauf s'ils ne disposent pas des ressources nécessaires. Pour un grand nombre de catégories, des méthodes de niveau supérieur (Niveau 2 ou 3) sont suggérées pour les catégories clés, bien que ce ne soit pas toujours le cas. Pour des conseils sur l'application spécifique de ce principe à des *catégories clés* particulières, se reporter aux diagrammes décisionnels au Chapitre 3. Il peut exister des prescriptions spéciales en matière de choix méthodologique pour la notification aux termes des Articles 3.3 et 3.4 du Protocole de Kyoto. Ces prescriptions sont expliquées au Chapitre 4 du présent rapport.

En second lieu, conformément aux *bonnes pratiques*, les catégories clés devront faire l'objet d'un examen plus approfondi pour ce qui est de l'assurance de la qualité et du contrôle de la qualité (AQ/CQ). Des informations détaillées sur les procédures AQ/CQ pour les catégories UTCATF dans l'inventaire sont présentées à la Section 5.5.

5.4.6 Notification et documentation

Les *bonnes pratiques* consistent à identifier clairement les catégories clés dans l'inventaire. Cette information est essentielle pour documenter et expliquer le choix de la méthode pour chaque catégorie. L'organisme chargé de l'inventaire devra également présenter la liste des critères utilisés pour identifier chaque catégorie clé (niveau, tendance ou critère qualitatif), et la méthode utilisée pour l'analyse quantitative (Niveau 1 ou Niveau 2, etc.). On peut utiliser le Tableau 5.4.5 pour consigner les résultats de l'analyse des catégories clés.

TABLEAU 5.4.5 RECAPITULATIF D'ANALYSE DE CATEGORIE CLE				
Méthode quantitative utilisée pour l'analyse de catégorie clé : Niveau 1 π Niveau 2 π				
A	B	C	D	E
Catégories de source/puits du GIEC	Gaz à effet de serre direct	Identificateur de catégorie clé (Oui ou Non)	Si C est Oui, critère d'identification	Observations

Où : Colonne A : liste des catégories du GIEC – l'entrée devra être la même que pour la colonne A des Tableaux 5.4.2 et 5.4.3

Colonne B : gaz à effet de serre direct – l'entrée devra être la même que pour la colonne B des Tableaux 5.4.2 et 5.4.3

Colonne C : identificateur de catégorie clé – entrer « Oui » si la catégorie est une catégorie clé

Colonne D : critère d'identification de la catégorie clé - pour chaque catégorie de source identifiée à la colonne C, entrer un ou plusieurs des termes suivants : « Niveau » pour Évaluation du Niveau, « Tendence » pour Évaluation de la Tendence, ou « Qualitatif » pour critère qualitatif

Colonne E : observations – entrer toute explication appropriée

5.4.7 Détermination du seuil pour l'analyse de catégorie clé de Niveau 1

Les seuils pour le niveau et la tendance ont été calculés à l'aide de la même méthodologie que celle utilisée dans *GPG2000*, mais avec un ensemble de données plus complet, des séries temporelles plus longues et l'inclusion du secteur UTCATF. La méthode de *GPG2000* pour la détermination du seuil était documentée plus en détail dans Flugsrud *et al.* (1999). Pour le seuil du niveau, la relation entre le pourcentage d'émissions et la somme des Incertitudes de chaque catégorie de source ou de puits a été compilée pour les inventaires de gaz à effet de serre de 30 Parties visées à l'Annexe I à la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques (CCNUCC). Comme dans *GPG2000* le seuil a été calculé de façon à couvrir 90 pour cent de la somme des incertitudes de chaque catégorie, car ceci donne en général entre dix et quinze catégories de source clés (Rypdal et Flugsrud 2001). L'analyse est basée sur des données communiquées (en mai 2002) par le Secrétariat de la CCNUCC pour 1990 et 1999. L'ensemble de données utilisé pour calculer le seuil de la tendance est plus réduit, avec seulement seize pays, car moins de pays ont communiqué des données assez détaillées pour ces deux années.

5.4.7.1 HYPOTHESES SUR LES INCERTITUDES

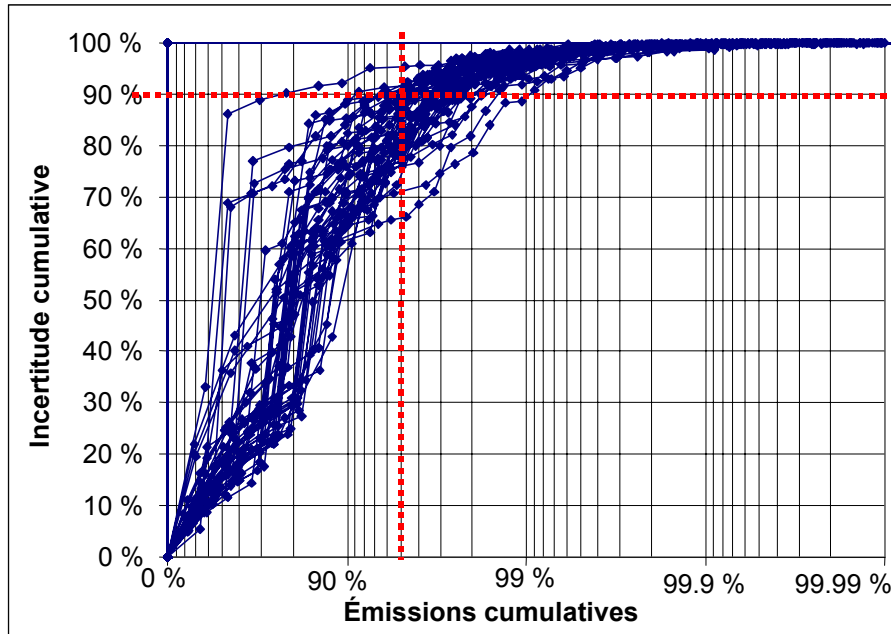
L'analyse est fondée sur l'évaluation des incertitudes au Tableau 5.4.6. L'analyse de la sensibilité indique des résultats fiables en ce qui concerne les hypothèses sur les incertitudes. Pour les sources dans des secteurs non UTCATF, les incertitudes supposées sont les suivantes : CO₂ 5 pour cent, CH₄ 25 pour cent, N₂O 100 pour cent. Les gaz à effet de serre sans CO₂ (N₂O et CH₄) ont été inclus pour le secteur UTCATF dans la mesure où ils ont été notifiés, en supposant des incertitudes comme pour le secteur non UTCATF.

TABLEAU 5.4.6 INCERTITUDES SUPPOSEES POUR DETERMINER UN SEUIL DE CATEGORIE CLE, AVEC UTCATF	
	Incertitudes sur les émissions et absorptions nettes de CO ₂
Variations de la biomasse forestière et ligneuse	± 50 %
Conversion des forêts et des prairies	- 50 à + 100 %
Abandon des terres gérées	- 50 à + 100 %
Émissions et absorptions par les sols	- 50 à + 100 %
Autres UTCATF	- 50 à + 100 %

5.4.7.2 NIVEAU D'ÉMISSIONS

Dans *GPG2000*, la valeur du seuil est de 95 pour cent des émissions totales. Le schéma des estimations d'émissions nécessaires pour prendre en compte 90 pour cent de la somme des incertitudes des catégories dans l'ensemble de données avec le secteur UTCATF est similaire à celui examiné précédemment (voir Figure 5.4.3 ci-dessous).

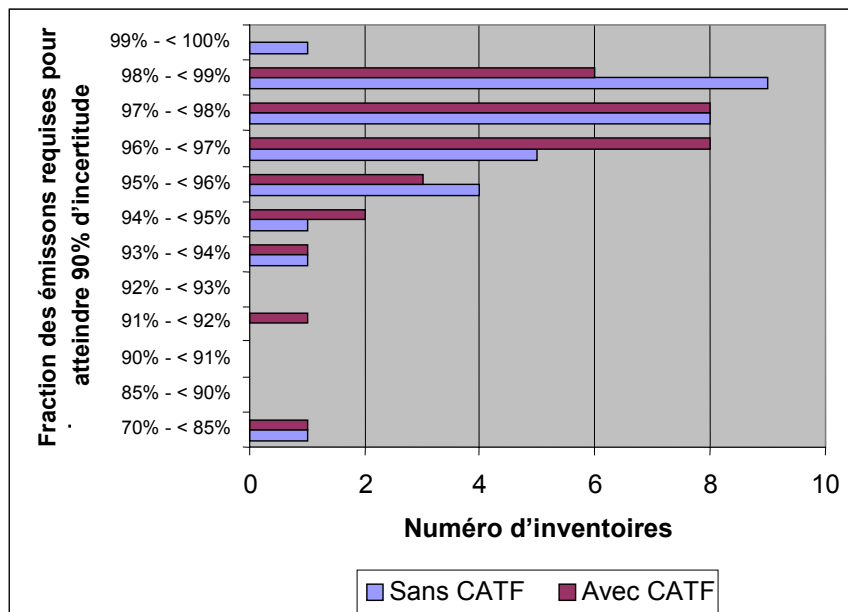
Figure 5.4.3 Graphe de l'incertitude cumulative par rapport aux émissions cumulatives



Remarque : Les lignes en pointillés montrent la division du seuil de 95 pour cent à 90 pour cent de la somme des contributions par les incertitudes.

Source : Données notifiées par les Parties à la CCNUCC et incertitudes supposées.

Figure 5.4.4 Fraction des émissions requises pour atteindre 90 pour cent de la somme de la contribution par les incertitudes dans différents inventaires. Avec et sans UTCATF (avec UTCATF et utilisation des valeurs absolues des émissions).



Source : Données notifiées par les Parties à la CCNUCC et incertitudes supposées

La Figure 5.4.4 montre que lorsque les émissions et absorptions par le secteur UTCATF sont incluses, une plus petite fraction des émissions totales (par valeur absolue) est nécessaire pour prendre en compte 90 pour cent de la somme des incertitudes des catégories de source et de puits. Pour les trente inventaires analysés, la fraction moyenne était 97,1 pour cent sans UTCATF et 96,8 pour cent avec UTCATF. Ceci est dû au fait que certaines émissions ou absorptions par le secteur UTCATF sont importantes et entachées d'une incertitude élevée.

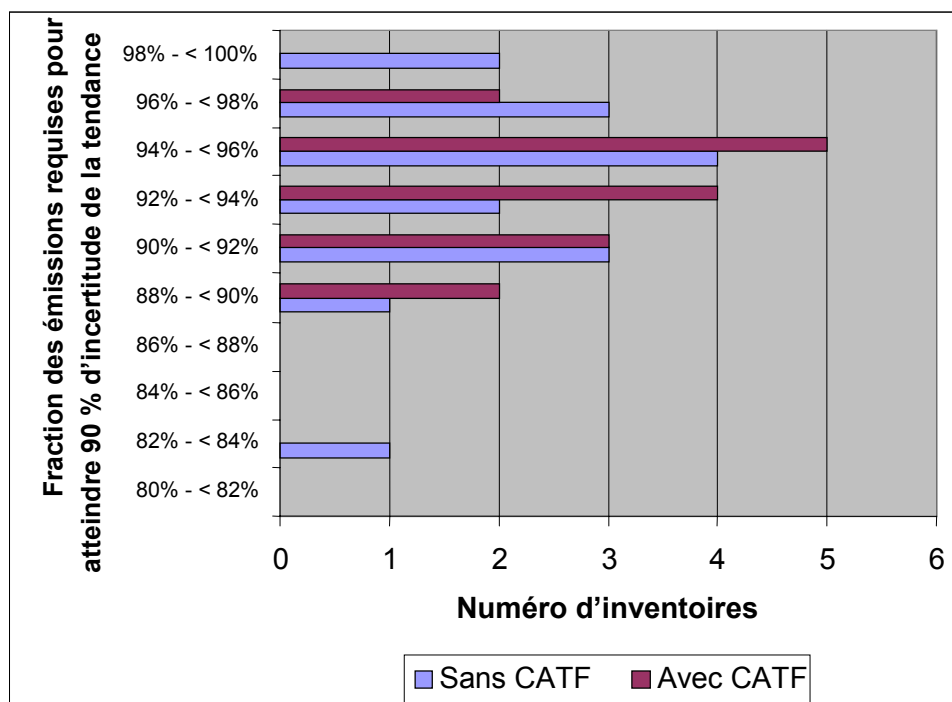
Le seuil devrait être très élevé pour permettre l'identification de toutes les catégories clés de Niveau 2 dans tous les inventaires. Il est important de se souvenir que la méthode de Niveau 2 est la méthode la plus rigoureuse pour déterminer les catégories clés car l'incertitude est prise en compte. Un seuil élevé signifierait que de nombreuses catégories non clés selon le Niveau 2 seraient définies dans la méthode de Niveau 1. Pour cette raison, il a été jugé plus utile d'établir le seuil à 95 pour cent et de recommander aux pays d'appliquer des critères qualitatifs aux catégories entre 95 et 97 pour cent.

En conclusion, le seuil de 95 pour cent établi précédemment est également recommandé pour l'analyse intégrée avec les catégories UTCATF.

5.4.7.3 TENDANCE

Le seuil a été établi pour identifier 90 pour cent de la somme de $T_{x,t}^*$ (Équation 5.4.2) dans les inventaires. La Figure 5.4.5 indique le même schéma pour la tendance que la Figure 5.4.4 pour le niveau. Lorsque les émissions et absorptions par le secteur UTCATF sont incluses, une plus petite fraction de l'évaluation totale (par valeur absolue) est nécessaire pour prendre en compte 90 pour cent de la somme de $T_{x,t}^*$ ¹⁶. Ici aussi, ceci est dû au fait que certaines émissions ou absorptions par le secteur UTCATF sont importantes et entachées d'une incertitude élevée.

Figure 5.4.5 Fraction des émissions requises pour atteindre 90 pour cent de la somme de la contribution par les incertitudes de la tendance dans différents inventaires. Avec et sans UTCATF (avec UTCATF et utilisation des valeurs absolues des émissions).



Source : Données notifiées par les Parties à la CCNUCC et incertitudes supposées

¹⁶ Les données disponibles n'ont pas permis d'inclure les HFC, PFC et SF₆ dans l'analyse. Mais, si possible, ces gaz devront être inclus lors de la mise en œuvre de la méthode.

5.4.8 Exemple d'analyse de catégorie clé de Niveau 1

Cet exemple illustre l'application de la méthode de Niveau 1 basée sur l'inventaire d'un pays visé à l'Annexe I. Il présente l'évaluation du niveau et de la tendance.

TABLEAU 5.4.7
EXEMPLE D'ÉVALUATION DE NIVEAU POUR UN PAYS VISÉ À L'ANNEXE I^a

A	B			C	D'	E'	D	E
Catégories de source du GIEC (GIEC 1996)	Gaz à effet de serre direct	Estimation pour l'année de référence ou l'année courante – non UTCATF	Estimation pour l'année de référence ou l'année courante – UTCATF	Estimation pour l'année de référence ou l'année courante – Valeur absolue	Évaluation du niveau sans UTCATF, depuis la colonne C	Total cumulatif de la colonne D'	Évaluation du niveau avec UTCATF, depuis la colonne C	Total cumulatif de la colonne D (sources UTCATF supplémentaires)
Somme		535375	-61309	643884 ^b	1		1	
1.AA.3	CO ₂	138822	..	138822	0,259	0,259	0,216	0,216
1.AA.4	CO ₂	102167	..	102167	0,191	0,450	0,159	0,374
5.A	CO ₂	..	-84861	84861	..	0,450	0,132	0,506
1.AA.2	CO ₂	77213	..	77213	0,144	0,594	0,120	0,626
1.AA.1	CO ₂	61389	..	61389	0,115	0,709	0,095	0,721
4.D	N ₂ O	51152	..	51152	0,096	0,805	0,079	0,801
4.A	CH ₄	27942	..	27942	0,052	0,857	0,043	0,844
6.A	CH ₄	16440	..	16440	0,031	0,887	0,026	0,870
5.B	CO ₂	..	12540	12540	..	0,887	0,019	0,889
2.B	N ₂ O	11093	..	11093	0,021	0,908	0,017	0,906
2.A	CO ₂	10371	..	10371	0,019	0,928	0,016	0,923
5.E	N ₂ O	..	5550	5550	..	0,928	0,009	0,931
1.B.2	CO ₂	4006	..	4006	0,007	0,935	0,006	0,937
4.B	CH ₄	3644	..	3644	0,007	0,942	0,006	0,943
2.C	CO ₂	3443	..	3443	0,006	0,948	0,005	0,948
5.D	CO ₂	..	3370	3370	..	0,948	0,005	0,954
1.AA.3	N ₂ O	3174	..	3174	0,006	0,954	0,005	0,959
4.B	N ₂ O	3109	..	3109	0,006	0,960	0,005	0,963
1.AA.4	CH ₄	2817	..	2817	0,005	0,965	0,004	0,968
2.B	CO ₂	2723	..	2723	0,005	0,970	0,004	0,972
1.B.1	CH ₄	2658	..	2658	0,005	0,975	0,004	0,976
6.C	CO ₂	2287	..	2287	0,004	0,980	0,004	0,980
1.B.2	CH ₄	1906	..	1906	0,004	0,983	0,003	0,983
5.E	CH ₄	..	1880	1880	..	0,983	0,003	0,986
1.AA.4	N ₂ O	1456	..	1456	0,003	0,986	0,002	0,988
3.A	CO ₂	823	..	823	0,002	0,987	0,001	0,989
1.AA.2	N ₂ O	796	..	796	0,001	0,989	0,001	0,990
1.AA.1	N ₂ O	683	..	683	0,001	0,990	0,001	0,991
6.B	N ₂ O	665	..	665	0,001	0,991	0,001	0,992
3.D	CO ₂	658	..	658	0,001	0,993	0,001	0,993

TABLEAU 5.4.7 (SUITE)
EXEMPLE D'ÉVALUATION DE NIVEAU POUR UN PAYS VISE A L'ANNEXE I ^a

A	B			C	D'	E'	D	E
Catégories de source du GIEC (GIEC 1996)	Gaz à effet de serre direct	Estimation pour l'année de référence ou l'année courante – non UTCATF	Estimation pour l'année de référence ou l'année courante – UTCATF	Estimation pour l'année de référence ou l'année courante – Valeur absolue	Évaluation du niveau sans UTCATF, depuis la colonne C	Total cumulatif de la colonne D'	Évaluation du niveau avec UTCATF, depuis la colonne C	Total cumulatif de la colonne D (sources UTCATF supplémentaires)
2.D	CO ₂	656	..	656	0,001	0,994	0,001	0,994
3.D	N ₂ O	613	..	613	0,001	0,995	0,001	0,995
4.D	CH ₄	482	..	482	0,001	0,996	0,001	0,996
6.C	N ₂ O	402	..	402	0,001	0,997	0,001	0,997
6.C	CH ₄	368	..	368	0,001	0,997	0,001	0,997
6.D	CH ₄	359	..	359	0,001	0,998	0,001	0,998
1.AA.3	CH ₄	312	..	312	0,001	0,999	0,000	0,998
6.B	CH ₄	282	..	282	0,001	0,999	0,000	0,999
5.B	CH ₄	..	236	236	..	0,999	0,000	0,999
4.C	CH ₄	163	..	163	0,000	0,999	0,000	0,999
3.B	CO ₂	136	..	136	0,000	1,000	0,000	1,000
1.AA.2	CH ₄	81	..	81	0,000	1,000	0,000	1,000
2.B	CH ₄	55	..	55	0,000	1,000	0,000	1,000
5.C	CO ₂	..	-48	48	..	1,000	0,000	1,000
1.AA.1	CH ₄	28	..	28	0,000	1,000	0,000	1,000
5.B	N ₂ O	..	24	24	..	1,000	0,000	1,000
1.B.2	N ₂ O	0	..	0	0,000	1,000	0,000	1,000

^a Les parties grisées du tableau indiquent des valeurs pour une évaluation cumulative qui identifie des catégories clés pour le niveau.

^b Cette somme est différente de la somme des deux colonnes de gauche car les absorptions sont ajoutées en tant que valeurs absolues.

A	B	C	D	E	F	G
Catégories de source du GIEC (GIEC 1996)	Gaz à effet de serre direct	Estimation pour l'année de référence	Estimation pour l'année courante	Évaluation de la tendance	% de contribution à l'évaluation	Total cumulatif de la colonne F
Somme		486002	474066	0,162226	1	
1.AA.3	CO ₂	119156	138822	0,046486	0,28655	0,28655
2.B	N ₂ O	27775	11093	0,03292	0,202928	0,489477
5.A	CO ₂	-75330	-84861	0,023418	0,144352	0,63383
1.AA.4	CO ₂	94375	102167	0,020804	0,128239	0,762069
1.AA.1	CO ₂	65495	61389	0,005139	0,031676	0,793745
2.A	CO ₂	13016	10371	0,004784	0,029492	0,823237
1.AA.2	CO ₂	76919	77213	0,004491	0,027681	0,850918
1.AA.3	N ₂ O	1208	3174	0,004106	0,02531	0,876228
1.B.1	CH ₄	4331	2658	0,003225	0,019882	0,896109
4.A	CH ₄	30058	27942	0,002834	0,017467	0,913576
5.B	CO ₂	11710	12540	0,0023	0,014175	0,927751
6.A	CH ₄	17917	16440	0,002134	0,013152	0,940903
2.C	CO ₂	4550	3443	0,002046	0,012613	0,953516
5.D	CO ₂	4051	3370	0,001197	0,007376	0,960892
4.D	N ₂ O	52898	51152	0,000918	0,005659	0,966551
1.B.2	CH ₄	2199	1906	0,000493	0,003041	0,969592
2.B	CO ₂	3007	2723	0,000433	0,002667	0,972259
6.C	CO ₂	2133	2287	0,000425	0,00262	0,974879
1.B.2	CO ₂	4306	4006	0,000398	0,002456	0,977336
4.B	CH ₄	3537	3644	0,000398	0,002453	0,979789
5.E	N ₂ O	5494	5550	0,000394	0,002428	0,982217
1.AA.4	CH ₄	3043	2817	0,000313	0,001927	0,984143
1.AA.4	N ₂ O	1338	1456	0,00031	0,001913	0,986056
1.AA.1	N ₂ O	561	683	0,000278	0,001714	0,98777
1.AA.3	CH ₄	453	312	0,000267	0,001648	0,989418
6.D	CH ₄	246	359	0,000245	0,001513	0,990931
3.B	CO ₂	252	136	0,000226	0,001394	0,992325
1.AA.2	N ₂ O	731	796	0,00017	0,001049	0,993374
3.A	CO ₂	920	823	0,000153	0,000943	0,994317
6.B	N ₂ O	612	665	0,00014	0,000861	0,995178
5.E	CH ₄	1861	1880	0,000134	0,000824	0,996002
4.B	N ₂ O	3249	3109	0,000124	0,000766	0,996768
6.C	CH ₄	320	368	0,000115	0,000708	0,997477
6.C	N ₂ O	357	402	0,000112	0,000689	0,998166
3.D	N ₂ O	596	613	6,56E-05	0,000404	0,99857

A	B	C	D	E	F	G
Catégories de source du GIEC (GIEC 1996)	Gaz à effet de serre direct	Estimation pour l'année de référence	Estimation pour l'année courante	Évaluation de la tendance	% de contribution à l'évaluation	Total cumulatif de la colonne F
6.B	CH ₄	259	282	5,91E-05	0,000365	0,998935
5.B	CH ₄	221	236	4,27E-05	0,000263	0,999198
1.AA.1	CH ₄	46	28	3,52E-05	0,000217	0,999415
4.D	CH ₄	482	482	2,6E-05	0,00016	0,999575
4.C	CH ₄	180	163	2,57E-05	0,000159	0,999733
2.D	CO ₂	681	656	1,65E-05	0,000101	0,999835
3.D	CO ₂	681	658	1,12E-05	6,92E-05	0,999904
2.B	CH ₄	53	55	6,85E-06	4,22E-05	0,999946
5.B	N ₂ O	22	24	4,42E-06	2,72E-05	0,999974
5.C	CO ₂	-48	-48	2,43E-06	1,5E-05	0,999989
1.AA.2	CH ₄	82	81	7,13E-07	4,39E-06	0,999993
1.B.2	N ₂ O	..	0	5,74E-07	3,54E-06	0,999996
1.B.2	N ₂ O	..	0	5,74E-07	3,54E-06	1

^a Les UTCATF supplémentaires identifiées sont indiquées en gris

5.5 ASSURANCE DE LA QUALITE ET CONTROLE DE LA QUALITÉ

5.5.1 Introduction

Les recommandations du GIEC en matière de bonnes pratiques et gestion des incertitudes (*GPG2000*, GIEC, 2000), Chapitre 8, Assurance de la qualité et Contrôle de la qualité, définissent l'assurance de la qualité (AQ) et le contrôle de la qualité (CQ), et présentent des recommandations sur les composants d'un programme AQ/CQ, qui prennent en compte les besoins de transparence et de vérification. Elles examinent également les points pratiques que les organismes chargés des inventaires doivent étudier lors de l'affectation des ressources au programme AQ/CQ pour l'ensemble de l'inventaire, ainsi que la rationalisation de la hiérarchisation des ressources pour le secteur UTCATF. La présente section décrit les procédures à observer pour assurer la qualité des estimations d'un inventaire et de ses données sources, et examine plus particulièrement des points spécifiques au secteur UTCATF. Ces procédures permettent également d'établir des inventaires dont la qualité et l'exhaustivité peuvent être facilement évaluées.

ENCADRE 5.5.1

DEFINITIONS D'ASSURANCE DE LA QUALITE ET CONTROLE DE LA QUALITE

On entend par *Contrôle de la qualité* (CQ) un système d'activités techniques systématiques, destinées à mesurer et contrôler la qualité de l'inventaire pendant son élaboration. Un système CQ a pour objet :

- (i) De fournir des vérifications systématiques et cohérentes pour garantir l'intégrité, l'exactitude et l'exhaustivité ;
- (ii) D'identifier et rectifier les erreurs et omissions ;
- (iii) De documenter et archiver le matériel des inventaires et consigner toutes les activités CQ.

Les activités de Contrôle de la qualité (CQ) incluent des méthodes générales, telles que des contrôles de l'exactitude de l'acquisition des données et des calculs, et l'utilisation de procédures standard approuvées pour les calculs d'émissions, les mesures, l'estimation des incertitudes, l'archivage des informations et la présentation. Les activités CQ de niveau supérieur incluent des examens techniques des données sur les catégories de source, activités et facteurs d'émissions, et des méthodes.

Les activités d'*Assurance de la qualité* (AQ) incluent un système planifié de procédures d'examen mises en œuvre par des personnes n'ayant pas participé directement à la compilation/au développement de l'inventaire. Les examens, effectués de préférence par des tiers indépendants, devront être effectués pour un inventaire terminé, suite à la mise en œuvre de procédures CQ. Les examens vérifient que les objectifs de qualité relatifs aux données ont été atteints, et que l'inventaire représente les meilleures estimations possibles des émissions et des absorptions, dans l'état actuel des connaissances scientifiques et des données disponibles, et sont complémentaires au programme CQ.

Source : GIEC (2000).

L'Encadré 5.5.1 présente les définitions de l'assurance et du contrôle de la qualité utilisées dans *GPG2000*. *GPG2000* identifie également les éléments suivants d'un système AQ/CQ complet :

- Un organisme chargé des inventaires responsable de la coordination des activités AQ/CQ ;
- Un plan AQ/CQ ;
- Des procédures CQ générales (Niveau 1) communes à toutes les catégories de l'inventaire ;
- Des procédures CQ spécifiques à la catégorie de source ou puits (Niveau 2) qui exigent la connaissance des données et des méthodes ;
- Des procédures d'examen AQ ;
- Des procédures de notification, documentation, et archivage.

Les méthodes d'inventaire pour le secteur UTCATF nécessitent des *recommandations en matière de bonnes pratiques* spécifiques pour AQ/CQ pour tous ces éléments, à l'exception du premier. De plus, des questions de vérification et des questions liées au Protocole de Kyoto peuvent influencer sur les *bonnes pratiques* en matière de AQ/CQ. Ces deux points sont examinés aux Sections 5.7 et 5.5.7, respectivement.

Plusieurs questions importantes, qui ne sont pas nécessairement uniques, doivent être examinées lors de l'estimation des émissions et absorptions dans le secteur UTCATF. La principale différence entre le secteur CATF et d'autres secteurs des *Lignes directrices du GIEC* (GIEC, 1997) (énergie, agriculture, etc.) est le fait que

le secteur CATF est axé sur le calcul des émissions ou absorptions nettes¹⁷. Le système AQ/CQ doit reconnaître la spécificité du secteur UTCATF, à savoir que le CO₂ peut être à la fois absorbé par l'atmosphère et émis dans l'atmosphère. Cependant, en matière d'assurance et de contrôle de la qualité d'un inventaire UTCATF, des points plus importants concernent la complexité des données nécessaires aux calculs d'estimations exactes des émissions et absorptions dans ce secteur. En général, les quatre caractéristiques majeures des méthodes d'inventaire UTCATF décrites ci-dessous ont des effets sur le système AQ/CQ.

- **Représentativité des données d'entrée :** Les activités UTCATF concernent des zones géographiques étendues. En raison de la taille de ces superficies, et de la nature complexe des processus biologiques en jeu, il n'est pas pratique d'utiliser uniquement des mesures directes des émissions et absorptions de gaz à effet de serre pour établir les inventaires nationaux. On utilise donc des données obtenues par échantillonnage avec mesures et relevés de terrain. De plus, l'échantillonnage complet sera probablement effectué périodiquement (tous les quatre ans, par exemple) plutôt que sur une base annuelle. Des données télédétections, à couverture plus étendue, pourront aussi compléter l'échantillonnage.
- **Importance des données historiques :** Les émissions et absorptions de gaz à effet de serre dans le secteur UTCATF peuvent être associées à des utilisations des terres antérieures, qui continuent à influencer sur les émissions et absorptions de CO₂ pour l'année courante (l'année d'inventaire), et qui s'ajoutent aux effets des activités d'utilisation des terres et foresterie courantes. Des données historiques sont donc nécessaires pour évaluer les émissions actuelles, ce qui explique l'utilisation pour le secteur UTCATF d'ensembles de données sur des échelles historiques plus longues que pour les autres catégories de sources (entre vingt et cent ans, par exemple). Un grand nombre de pays disposent déjà de données sur la foresterie et d'autres utilisations des terres collectées depuis longtemps, qui peuvent constituer des sources de données détaillées et complètes, mais pas nécessairement exactes¹⁸. La cohérence des séries temporelles est un aspect important d'un système AQ/CQ et est analysée plus en détail à la Section 5.6.
- **Interactions complexes et variabilité des processus biologiques :** En raison des interactions complexes et de la variabilité inhérente des processus biologiques associés aux forêts, sols et autres éléments UTCATF, on peut être amené à utiliser des modèles plus sophistiqués¹⁹ que ceux utilisés pour les estimations d'émissions pour la plupart des autres catégories de sources. Les données, hypothèses, et autres caractéristiques du modèle ne sont pas toujours transparentes. La documentation des caractéristiques et des hypothèses du modèle doit être un élément important des procédures AQ/CQ, avec vérification des données produites par le modèle, identification des domaines à améliorer, vérification des algorithmes, et documentation des résultats de ces vérifications.
- **Variabilité de l'étendue et de la nature des données :** Les émissions et absorptions de gaz à effet de serre peuvent être de petits flux nets résultant de flux bruts importants ou des différences entre des stocks importants, telles que des variations lentes de stocks importants de carbone organique des sols. Par ailleurs, différents types d'activités entraîneront différents types de variations. Ainsi, la gestion des forêts sera probablement à l'origine de variations mineures et dispersées par surface unitaire sur des grandes superficies, mais un déboisement à grande échelle entraînera des émissions nettes relativement importantes et immédiates. En conséquence, les procédures AQ/CQ devront évaluer si les méthodes choisies pour l'estimation des gaz à effet de serre sont appropriées dans chaque cas, depuis des mesures directes jusqu'à des modèles sophistiqués²⁰.

5.5.2 Plan AQ/CQ

Comme indiqué dans *GPG2000*, les *bonnes pratiques* recommandent d'établir un plan AQ/CQ, qui est un élément fondamental d'un système AQ/CQ. En général, le plan présentera brièvement les activités AQ/CQ à mettre en œuvre, et inclura un cadre de travail programmé reflétant l'élaboration de l'inventaire, de sa phase initiale jusqu'à la présentation finale pour une année quelconque. Il devra contenir une brève description des processus et un programme d'examen de toutes les catégories de sources et de puits.

¹⁷ Cependant, on notera que la soustraction de composants majeurs lors du calcul d'une catégorie de source d'émissions, n'est pas propre au secteur UTCATF. Par exemple, l'estimation complète des stocks de carbone des combustibles fossiles non énergétiques requiert une analyse complexe du traitement et de l'utilisation des combustibles fossiles afin de soustraire la quantité de carbone dans ces combustibles qui n'est ni brûlée ni oxydée. Ces ajustements des calculs de la combustion des combustibles fossiles peuvent être relativement importants par rapport à l'inventaire des émissions totales d'un pays.

¹⁸ Bien entendu, ces données auront été collectées à d'autres fins que l'estimation des émissions et absorptions de gaz à effet de serre.

¹⁹ Les modèles numériques ou à base de processus interpolent des données d'activités pour les années intermédiaires entre les échantillons, extrapolent des données échantillons à partir de mesures du volume de bois d'œuvre ou autres mesures de carbone de la biomasse totale, et essaient de refléter d'autres complexités et subtilités de la relation entre les changements des utilisations et terres et foresterie et les émissions et absorptions de CO₂ et autres gaz.

²⁰ La question du choix méthodologique est analysée en détail au niveau des sous-catégories au Chapitre 3 du présent rapport.

Pour les catégories de sources et de puits du secteur UTCATF, le plan devra décrire les procédures CQ spécifiques qui ont été ou seront mises en œuvre en plus des vérifications AQ spéciales. Ces procédures devront être formulées afin de prendre en compte les quatre caractéristiques décrites à la Section 5.5.1, la représentation des superficies terrestres décrite au Chapitre 2, Base d'une représentation cohérente des superficies terrestres, les méthodologies du secteur UTCATF décrites au Chapitre 3, Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur CATEF, et, s'il y a lieu, les méthodes de comptabilisation des émissions et absorptions aux termes des Articles 3.3 et 3.4 du Protocole de Kyoto décrites au Chapitre 4, Méthodes supplémentaires et recommandations en matière de bonnes pratiques résultant du Protocole de Kyoto.

5.5.3 Procédures CQ générales (Niveau 1)

Les *bonnes pratiques* consisteront à effectuer les vérifications CQ générales décrites dans *GPG2000*, Chapitre 8, Assurance de la qualité et Contrôle de la qualité – Procédures CQ générales de Niveau 1 pour les inventaires. Ces techniques générales sont axées sur les procédures de traitement, manipulation, documentation, archivage et notification communes à toutes les catégories de source et de puits d'inventaires. Le Tableau 5.5.1 contient les vérifications CQ générales de Niveau 1, provenant du Tableau 8.1 de *GPG2000*. Ces vérifications ont été révisées pour pouvoir être appliquées aux puits. Même si des estimations pour le secteur UTCATF ont été établies par d'autres organismes, l'organisme chargé de l'inventaire doit vérifier la mise en œuvre des procédures CQ de Niveau 1 et la documentation des conclusions et des procédures.

TABLEAU 5.5.1 PROCÉDURES CQ GÉNÉRALES DE NIVEAU 1 POUR LES INVENTAIRES	
Activité CQ	Procédures
Vérifier que les hypothèses et critères pour la sélection des données d'activités, facteurs d'émissions et autres paramètres sont documentés.	<ul style="list-style-type: none"> • Comparer les descriptions des données d'activités, facteurs d'émissions et autres paramètres d'estimations à l'information sur les catégories de source et de puits et s'assurer qu'elles sont consignées et archivées correctement.
Vérifier l'absence d'erreur de transcription dans les entrées de données et les références.	<ul style="list-style-type: none"> • Confirmer que les références bibliographiques sont citées correctement dans la documentation interne. • Vérifier par recoupement un échantillon de données d'entrée pour chaque catégorie de source (mesures ou paramètres utilisés pour les calculs) afin de rechercher des erreurs de transcription.
Vérifier que les émissions et absorptions sont calculées correctement	<ul style="list-style-type: none"> • Reproduire un échantillon représentatif des calculs d'émissions ou d'absorptions. • Simuler sélectivement des calculs d'un modèle complexe à l'aide de calculs abrégés pour évaluer l'exactitude relative.
Vérifier que les paramètres et les unités d'émissions sont consignés correctement et que les facteurs de conversion appropriés sont utilisés.	<ul style="list-style-type: none"> • Vérifier que les unités sont étiquetées correctement dans les Feuilles de calculs. • Vérifier que les unités sont utilisées correctement du début à la fin des calculs. • Vérifier que les facteurs de conversion sont corrects. • Vérifier que les facteurs d'ajustement temporel et spatial sont utilisés correctement.
Vérifier l'intégrité des fichiers de la base de données	<ul style="list-style-type: none"> • Confirmer que les phases de traitement des données appropriées sont représentées correctement dans la base de données. • Confirmer que les relations entre les données sont représentées correctement dans la base de données. • Vérifier que les champs de données sont étiquetés correctement et indiquent les spécifications de conception correctes. • Vérifier que la documentation appropriée de la base de données et la structure et le fonctionnement du modèle sont archivés.
Vérifier la cohérence des données entre les catégories	<ul style="list-style-type: none"> • Identifier les paramètres (données sur les activités, constantes, etc.) communs à plusieurs catégories de source et de puits, et confirmer la cohérence des valeurs utilisées pour ces paramètres dans les calculs d'émissions.
Vérifier que le mouvement des données d'inventaires entre les phases de traitement est correct.	<ul style="list-style-type: none"> • Vérifier que les données sur les émissions et absorptions sont agrégées correctement, des niveaux de notification inférieurs vers des niveaux supérieurs, lors de la préparation des récapitulatifs. • Vérifier que les données sur les émissions et absorptions sont transcrites correctement entre divers produits intermédiaires.

TABLEAU 5.5.1 (SUITE) PROCÉDURES CQ GÉNÉRALES DE NIVEAU 1 POUR LES INVENTAIRES	
Vérifier que les incertitudes des émissions et absorptions sont estimées ou calculées correctement.	<ul style="list-style-type: none"> • Vérifier que les qualifications des personnes apportant une opinion d'experts sur l'incertitude des estimations sont appropriées. • Vérifier que les qualifications, hypothèses et opinions d'experts sont consignées. Vérifier que les incertitudes calculées sont complètes et calculées correctement. • Au besoin, dupliquer les calculs d'erreurs ou un petit échantillon des distributions de probabilité utilisés par l'analyse Monte Carlo.
Effectuer un examen de la documentation interne.	<ul style="list-style-type: none"> • Vérifier qu'il existe une documentation interne détaillée à la base des estimations et permettant la duplication des estimations d'émissions et d'absorptions et d'incertitudes. • Vérifier que les données d'inventaire, données justificatives et dossiers sont archivés et stockés pour faciliter un examen détaillé. • Vérifier l'intégrité de tout système d'archivage de données par des organisations externes participant à la préparation de l'inventaire.
Vérifier la cohérence des séries temporelles.	<ul style="list-style-type: none"> • Vérifier la cohérence temporelle des données d'entrée des séries temporelles pour chaque catégorie de source et de puits. • Vérifier la cohérence des algorithmes/méthodes utilisés pour le calcul pour la totalité des séries temporelles. • Vérifier la méthode de recalculs.
Effectuer des vérifications de l'exhaustivité.	<ul style="list-style-type: none"> • Confirmer que les estimations sont présentées pour toutes les catégories de source et de puits et pour toutes les années, depuis l'année de référence appropriée jusqu'à la période de l'inventaire courant. • Vérifier que les lacunes connues en matière de données, à l'origine d'estimations d'émissions incomplètes, sont documentées
Comparer les estimations à des estimations antérieures	<ul style="list-style-type: none"> • Pour chaque catégorie, comparer les estimations de l'inventaire courant à celles des inventaires antérieurs. En cas de variations importantes ou de variations par rapport à des tendances prévues, vérifier de nouveau les estimations et expliquer toute différence.

5.5.4 Procédures CQ spécifiques à la catégorie de source ou de puits (Niveau 2)

Conformément aux *bonnes pratiques*, on complétera les vérifications CQ de Niveau 1 relatives au traitement, à la manipulation et à la notification des données par des procédures CQ de Niveau 2 spécifiques à la catégorie de source ou de puits pour les catégories clés (contrôles de la qualité supplémentaires décrits dans *GPG2000*, Section 8.7, Procédures CQ spécifiques à la catégorie de source, Niveau 2). Les procédures de Niveau 2 devront être appliquées au cas par cas, en particulier si les estimations d'émissions et d'absorptions ont été effectuées avec des méthodes de niveau supérieur. Les procédures CQ de Niveau 2 sont destinées à des types de données spécifiques et exigent que l'on connaisse la catégorie de source ou de puits, les types de données disponibles, et les paramètres associés aux émissions ou absorptions.

Dans certains cas, en raison de la quantité et de la complexité des données pour les estimations d'émissions et d'absorptions par le secteur UTCATF, la mise en œuvre des contrôles et vérifications CQ de Niveau 2 peut s'avérer difficile. Il est donc encore plus important de vérifier la qualité des données par des vérifications de Niveau 2, en collaboration avec les institutions responsables de la collecte et de l'analyse des données UTCATF. Ces institutions peuvent être aussi nombreuses que diverses, en raison de la répartition des responsabilités de la gestion des terres dans chaque pays. Dans le cadre des vérifications, une étroite collaboration avec ces institutions est nécessaire pour bien comprendre leurs procédures AQ/CQ.

Des vérifications spécifiques à la catégorie de source ou de puits sont décrites au Chapitre 3 du présent rapport. Le contrôle de la qualité de Niveau 2 pour le secteur UTCATF devra être axé sur les vérifications suivantes :

- L'organisme chargé de l'inventaire devra vérifier que les superficies terrestres sont classées correctement et qu'il n'y a ni omission ni double comptage des terres (voir Section 2.3.2 du Chapitre 2 et Tableau 2.3.1) Cette classification des superficies devra être en accord avec le Chapitre 2, Base d'une représentation cohérente des superficies terrestres. Il est particulièrement important de vérifier la cohérence et l'absence de double comptage entre le secteur Agriculture et le secteur UTCATF.
- L'organisme chargé de l'inventaire devra examiner l'exhaustivité des catégories de source et de puits dans le secteur UTCATF, en étudiant les catégories d'utilisation des terres et les sous-catégories, comme décrit au Chapitre 3 (voir Tableau 3.1.1 et Tableau 3.1.2 à la Section 3.1.1). Ceci est particulièrement important en raison des relations complexes entre plusieurs catégories UTCATF (régénération du couvert végétal des

terres abandonnées, et variations des stocks de biomasse ligneuse, etc.) et entre les catégories UTCATF et d'autres catégories de source (biomasse défrichée et combustion de la biomasse, par exemple). Cette classification devra être en accord avec le Chapitre 3, Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur CATF. L'organisme chargé de l'inventaire devra aussi évaluer si les estimations pour certaines catégories couvrent toutes les superficies géographiques pertinentes (territoires, etc.), les sous-catégories de source ou de puits, les bassins ou les activités.

- L'organisme chargé de l'inventaire devra vérifier périodiquement la cohérence des données d'activités des séries temporelles, en raison du nombre de données historiques requises pour l'estimation d'émissions annuelles. Les données d'activités et autres données utilisées devront représenter une superficie terrestre cohérente pour le pays et avoir été collectées par des méthodes qui ne risquent pas d'introduire de biais temporel. Les discontinuités dans les séries temporelles des émissions ou autres données à la base des estimations d'émissions ou d'absorptions devront être expliquées. On devra comparer et évaluer la tendance et l'importance des estimations d'émissions/d'absorptions pour des catégories individuelles de source ou de puits UTCATF et leurs sous-catégories pour s'assurer qu'elles sont raisonnables et déterminer les causes des variations, en tenant compte des effets potentiels de la variabilité climatique sur les échelles temporelles (à l'échelle des décennies, par exemple).
- Etant donnée l'importance relative des données d'échantillonnage pour le calcul des estimations, l'organisme chargé de l'inventaire devra examiner les protocoles d'échantillonnage et d'extrapolation utilisés, identifier les vérifications des protocoles effectuées, ainsi que les procédures AQ/CQ internes mises en œuvre, et prendre en compte d'autres facteurs pertinents. Voir également Section 5.3, Echantillonnage, dans le présent rapport. Des informations supplémentaires sur les examens des données secondaires figurent à la Section 8.7.2.1, Données sur les activités au niveau national, du Chapitre 8 de *GPG2000*.
- En raison de l'application courante de la télédétection et des données télédéteectées pour l'établissement d'inventaires UTCATF, l'organisme chargé de l'inventaire devra documenter les données et les outils utilisés (type d'imagerie et de traitement) au niveau de détail requis pour chaque cas.
- Les modèles peuvent être indispensables pour l'élaboration d'un inventaire national. Ils permettent d'obtenir des estimations régionales ou nationales lorsque les connaissances scientifiques ou les informations disponibles sont limitées à des lieux ou des circonstances spécifiques. Ils constituent un outil d'extrapolation/d'interpolation entre des données connues et des données recherchées, et, on doit donc veiller à ne pas supposer simplement que le modèle fournit des données exactes pour l'inventaire. Si les procédures AQ/CQ associées aux modèles ne sont pas appropriées ou ne sont pas transparentes, on devra vérifier le modèle et les données, notamment à propos des points suivants :
 - (i) Caractère approprié des hypothèses, extrapolations, interpolations, modèles, modifications basées sur le calibrage, caractéristiques des données et leur applicabilité pour les méthodes d'inventaire de gaz à effet de serre et les circonstances nationales ;
 - (ii) Documentation du modèle, y compris descriptions, hypothèses, raisons, preuves scientifiques et références sous-jacentes aux choix méthodologique et aux paramètres utilisés pour les processus d'utilisation des terres du modèle ;
 - (iii) Types de procédures AQ/CQ mises en œuvre par les créateurs du modèle et fournisseurs de données, et vérification de leurs procédures de contrôle de la qualité ;
 - (iv) Existence de plans pour l'évaluation périodique et la mise à jour ou le remplacement d'hypothèses par de nouvelles mesures plus appropriées. Les hypothèses clés peuvent être identifiées à l'aide d'analyses de la sensibilité.

5.5.5 Examen des procédures AQ

Les bonnes pratiques relatives aux procédures AQ recommandent un examen objectif pour évaluer la qualité de l'inventaire et identifier des domaines susceptibles d'être améliorés. L'inventaire peut être examiné dans sa totalité ou partiellement. L'utilisation des procédures AQ est complémentaire au contrôle de la qualité de Niveau 1 et de Niveau 2. La mise en œuvre de l'assurance de la qualité doit faire participer des examinateurs objectifs de l'inventaire. Les *bonnes pratiques* consistent à faire appel à des experts AQ qui n'ont pas participé à la préparation de l'inventaire ; de préférence, des experts indépendants rattachés à d'autres organisations ou un ou plusieurs experts nationaux ou internationaux qui ne se seront pas étroitement associés à la compilation des inventaires nationaux. En l'absence de tiers experts externes à l'organisme chargé de l'inventaire, des membres du personnel d'un autre service de l'organisme n'ayant pas participé à la compilation de la partie de l'inventaire à vérifier peuvent effectuer les vérifications AQ.

Conformément aux *bonnes pratiques*, l'organisme chargé de l'inventaire fera effectuer une vérification de base par des tiers experts (AQ de Niveau 1) avant la soumission de l'inventaire afin d'identifier les problèmes potentiels et, si possible, d'apporter des rectifications. Il appliquera également cette vérification à toutes les catégories de source et de puits de l'inventaire. Mais ceci ne sera pas toujours pratique en raison d'impératifs

temporels ou financiers. Les catégories clés devront être prioritaires, ainsi que les catégories pour lesquelles les méthodes et les données ont fait l'objet de changements importants. L'organisme chargé de l'inventaire pourra demander à des tiers experts d'effectuer des examens plus approfondis ou des audits ou les deux, à titre de procédures AQ supplémentaires, en fonction des ressources disponibles.

L'organisme chargé de l'inventaire devra aussi envisager la mise en œuvre des techniques et procédures pour le secteur UTCATF décrites à la Section 5.7, Vérification, du présent rapport, sous réserve de la disponibilité des données pour ces techniques et des ressources disponibles. Cette mise en œuvre devra donner priorité aux catégories de sources et puits clés. La comparaison des estimations d'émissions ou d'absorptions ou autres données pertinentes pour le secteur UTCATF avec des données externes au processus d'inventaire peut contribuer à vérifier la fiabilité des composants individuels. La vérification de l'inventaire peut être particulièrement utile pour le secteur UTCATF en raison des incertitudes potentiellement élevées associées aux estimations. Des examens par des tiers experts et des examens CQ de Niveau 2 représentent des phases initiales importantes de la vérification. L'Encadré 5.5.2 décrit d'autres analyses sur la mise en œuvre d'un examen par des tiers experts pour le secteur UTCATF.

ENCADRE 5.5.2

EXAMEN PAR DES TIERS EXPERTS

On entend par examen par des tiers experts un examen des calculs ou hypothèses par des experts spécialisés dans des domaines techniques pertinents. Cette procédure comprend en général l'examen de la documentation associée aux méthodes et aux résultats, mais n'inclut pas normalement une certification rigoureuse des données ou des références qui pourrait être celle d'un audit. Le but de cet examen est de vérifier que les résultats, hypothèses et méthodes de l'inventaire sont raisonnables, de l'avis de spécialistes dans le domaine spécifique. Les processus d'examen par des tiers experts dans le secteur UTCATF peuvent faire intervenir des experts techniques ou des chercheurs. Pour les pays dotés de mécanismes officiels d'évaluation des intervenants et d'examens publics, ces examens peuvent compléter, mais non pas remplacer les examens par des tiers experts.

Dans le secteur UTCATF, l'examen par des tiers experts peut-être plus difficile, et plus important, en raison de la complexité des modèles. Les *bonnes pratiques* devront donc :

- Identifier si les principaux modèles utilisés pour les analyses ont fait l'objet d'examens par des tiers experts ; dans la négative, l'organisme chargé de l'inventaire devra mettre en œuvre un examen par des tiers experts pour les modèles séparément, ou dans le cadre du processus d'examen de l'inventaire par des tiers experts.
- Déterminer si la documentation des modèles, données d'entrée et autres hypothèses etc., est complète et suffisante pour permettre l'examen par des tiers experts.

Ces examens n'utilisent pas d'outils ou de mécanismes types, et leur emploi devra être envisagé au cas par cas. S'il existe un niveau d'incertitude élevé pour une estimation d'émissions ou d'absorptions pour une catégorie, l'examen par des tiers experts peut fournir des informations qui permettront d'améliorer l'estimation, et au minimum, de mieux quantifier l'incertitude. Des examens efficaces par des tiers experts nécessitent souvent l'identification et la participation d'organisations ou institutions indépendantes clés, y compris des organismes de recherches. Dans le secteur UTCATF, par exemple, la participation des chercheurs et d'organisations de recherches est souvent nécessaire lors de l'application des techniques et procédures de vérification (voir Section 5.7), en particulier pour les modèles plus complexes. Les *bonnes pratiques* consistent à obtenir l'expertise pertinente pour le développement et l'examen des méthodes, l'acquisition des données et les modèles.

5.5.6 Documentation, archivage et notification

Les *bonnes pratiques* consistent à documenter et archiver toutes les informations requises pour établir les estimations d'inventaire national comme indiqué dans *GPG2000* (Chapitre 8, Assurance de la qualité et Contrôle de la qualité, Section 8.10.1, Documentation interne et archivage), y compris les résultats des activités de vérification et modification des entrées de données et des méthodes par rapport aux années antérieures. À des fins de transparence, la documentation devra être suffisante pour permettre l'évaluation des estimations d'émissions pour les catégories clés. Les procédures de documentation et d'archivage dans le secteur UTCATF devront être axées sur les points suivants :

- En raison de l'utilisation probable de données d'échantillonnage, et de l'absence probable de données annuelles pour des paramètres de superficies, stocks et estimations, la documentation de la cohérence des données des séries temporelles et des méthodes d'interpolation pour les échantillons et les années est particulièrement importante.

- Etant donné l'importance d'une classification claire de l'utilisation des terres pour chaque année d'inventaire et d'un suivi temporel exact et vérifiable des catégories, les catégories d'utilisation des terres devront être documentées.
- En raison de la complexité des données et des modèles UTCATF, l'existence d'une documentation complète permettra une mise en œuvre efficace de vérifications CQ internes et d'analyses et examens AQ externes :
 - (i) Les raisons du choix des modèles et leur conformité avec les *recommandations en matière de bonnes pratiques* présentées au Chapitre 3 devront être analysées, documentées et archivées ;
 - (ii) Les archives devront inclure une documentation préparée par les créateurs du modèle sur les hypothèses et calculs du modèle, y compris les sources de données, codes source (si possible) et autres informations (analyses de la sensibilité, par exemple) ;
 - (iii) La documentation devra inclure des données sur les procédures AQ/CQ associées aux modèles, aussi bien les procédures existantes ou la documentation disponible fournie par les développeurs, que les dispositions prises pour améliorer et affiner ces procédures.

5.5.7 Questions relevant des Articles 3.3 et 3.4 du Protocole de Kyoto

Les *bonnes pratiques* consistent à mettre en œuvre les procédures CQ de Niveau 1 et 2 décrites à la Section 5.5.3 et 5.5.4 pour les estimations notifiées aux termes des Articles 3.3 et 3.4 du Protocole de Kyoto²¹. La majorité des prescriptions AQ/CQ pour les estimations UTCATF établies aux termes du Protocole de Kyoto seront semblables à celles d'autres estimations d'inventaire, mais on devra ajouter des vérifications supplémentaires conformément au Chapitre 4. Un récapitulatif de ces vérifications CQ de Niveau 2 figure ci-dessous :

- Identification de l'emplacement géographique des limites de la zone qui inclut la terre faisant l'objet des activités relevant des Articles 3.3 et 3.4 (si celles-ci sont prises en compte). Pour la notification de l'affectation d'activités spécifiques aux catégories de terres pertinentes, on doit veiller particulièrement au suivi des conversions des terres, lorsque des activités différentes se succèdent pendant ou entre des périodes d'engagements aux termes du Protocole de Kyoto. Il est aussi important de tenir compte des prescriptions spéciales pour le choix méthodologique, comme expliqué au Chapitre 4.
- Vérification de la disponibilité des données pour l'estimation de la comptabilisation net net pour certaines activités relevant de l'Article 3.4 du Protocole de Kyoto. Il est important de documenter les estimations pour l'année de référence et la période d'engagement, et en particulier de documenter toute approximation utilisée pour l'estimation des données pour l'année de référence.
- Les données historiques doivent faire l'objet de vérifications CQ aussi rigoureuses que les données de l'année courante.
- Vérification de l'analyse effectuée pour démontrer qu'un bassin non notifié n'est pas une source.

²¹ La présente section traite uniquement des activités spécifiées aux Articles 3.3 et 3.4 relevant du Protocole de Kyoto de la Conférence cadre des Nations unies sur les changements climatiques (CCNUCC). Elle ne traite pas des projets (relevant de l'Article 6 ou 12 du Protocole de Kyoto).

5.6 COHERENCE DES SERIES TEMPORELLES ET RECALCULS

5.6.1 Introduction

Les inventaires des gaz à effet de serre pour les catégories du secteur UTCATF sont basés sur un grand nombre de données, hypothèses et modèles associés avec cohérence et transparence. Les tendances représentent un aspect particulièrement intéressant des inventaires ; il est donc extrêmement important de veiller à pouvoir comparer les estimations totales pour les années étudiées. Les *Recommandations du GIEC en matière de bonnes pratiques et de gestion des incertitudes pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre (GPG2000, GIEC, 2000)* soulignent l'utilité d'utiliser la même méthodologie et des sources de données cohérentes pour toutes les données des années d'inventaire. Si cela n'est pas possible, la cohérence des séries temporelles peut être évaluée approximativement par les techniques décrites dans la présente section. Des recalculs signifient que les estimations antérieures ont été modifiées suite à des changements ou des affinements méthodologiques.

Les recalculs pour les inventaires du secteur UTCATF devraient être particulièrement importants pour deux raisons. D'une part, le développement de méthodes d'inventaire et d'outils d'interpolation/d'extrapolation (modèles) pour ce secteur évolue en permanence et des changements méthodologiques sont prévus dans de nombreux pays en raison de la complexité des processus en jeu. Ces changements pourront être le résultat de modifications des niveaux méthodologiques ou des méthodes nationales. D'autre part, les recalculs sont importants car certaines données d'entrée d'inventaires pour les catégories UTCATF ne sont pas toujours collectées annuellement. Des données d'inventaire forestier, par exemple, peuvent être collectées tous les cinq ou dix ans, et on devra extrapoler et interpoler des données peu fréquentes pour établir une série temporelle annuelle.

La présente section examine des points généraux relatifs à la cohérence des séries temporelles et aux recalculs pour le secteur UTCATF. La Section 5.6.2 examine les effets des changements et des affinements méthodologiques (données ou modèles) et les techniques de recalculs associées qui contribueront à la cohérence temporelle de l'inventaire. La Section 5.6.3 examine la question de la préparation d'inventaires annuels avec des données collectées sur une autre base temporelle (tous les cinq ans, par exemple). Des points spécifiques au Protocole de Kyoto sont examinés à la Section 5.6.4.

5.6.2 Cohérence des séries temporelles et changements méthodologiques

Conformément aux *bonnes pratiques*, l'amélioration des méthodes d'inventaires et la disponibilité de données plus pertinentes devront être accompagnées de l'utilisation de ces nouvelles informations si elles améliorent la fiabilité et exactitude de l'inventaire²². Lors de la modification des méthodes ou des données d'entrée, on doit veiller à ce que les changements de l'inventaire dans le temps reflètent des changements réels des émissions ou absorptions et non pas simplement des améliorations méthodologiques. Si, par exemple, un pays a utilisé une méthode de Niveau 1 pour une année et utilise une méthode de niveau supérieur l'année suivante, toute variation des émissions/absorptions entre les deux années reflétera aussi bien les deux méthodes que des variations réelles. Dans le cas de l'utilisation de méthodes différentes pour deux périodes, les séries temporelles risquent de *ne pas être cohérentes* pour ces deux périodes. La méthode type pour maintenir la cohérence consiste à *recalculer* les estimations avec, si possible, la même méthode pour toutes les années d'inventaire. L'objet de ces recalculs est d'assurer que la totalité de la série temporelle reflète les nouvelles données et/ou méthodes. Si les nouvelles données ou méthodes ne peuvent pas être utilisées pour la totalité de la série temporelle, d'autres solutions devront être envisagées.

La Section 7.3, Recalculs, de *GPG2000*, décrit des méthodes pour les recalculs et la cohérence des séries temporelles et contient une description générale des *recommandations en matière de bonnes pratiques* dans ce domaine, à laquelle il convient de se référer. L'analyse de *GPG2000* n'est pas spécifique à un secteur particulier et peut être appliquée directement au secteur UTCATF. Cependant, étant donné l'affinement permanent des données et des méthodes dans ce secteur, on prévoit que les recalculs seront particulièrement importants dans ce secteur. Conformément à *GPG2000*, les *bonnes pratiques* consisteront à *recalculer* des estimations d'inventaires antérieurs lorsque :

- *Des erreurs ont été identifiées dans les données d'inventaire, modèles ou méthodes antérieurs qui influent sur le niveau ou la tendance de l'inventaire.* Si les erreurs sont corrigées dans les inventaires ultérieurs, mais si les inventaires antérieurs ne sont pas corrigés par recalculs, les notifications d'inventaires seront incorrectes ;

²² De nouvelles méthodes ou de nouvelles données qui n'ont pas été utilisées car on a jugé qu'elles n'amélioreraient pas les estimations d'inventaires finales, peuvent se révéler utiles pour l'analyse de l'incertitude, l'AQ/CQ et la vérification.

- *Les données disponibles ont changé.* La disponibilité des données est un élément critique pour la méthode appropriée, et par conséquent, des changements des données disponibles peuvent entraîner des changements ou des affinements méthodologiques. La disponibilité des données devrait s'améliorer avec l'expérience et l'affectation de ressources supplémentaires à la préparation des inventaires de gaz à effet de serre²³. Cependant, en règle générale, les organismes chargés des inventaires devront choisir des méthodes et collecter des données en accord avec les catégories de source/puits clés identifiées, comme indiqué à la Section 5.4.5.
- *La méthode utilisée précédemment n'est pas en accord avec les recommandations en matière de bonnes pratiques pour cette catégorie de source/puits* comme décrit aux Chapitres 2, 3 ou 4.
- *Une catégorie de source/puits est devenue une catégorie clé.* Une catégorie de source ou de puits peut ne pas être considérée comme une catégorie clé pendant l'année de référence, selon les critères utilisés, mais peut le devenir ultérieurement. Par exemple, un pays peut mettre en œuvre des programmes de boisement susceptibles d'augmenter considérablement la superficie des terres boisées, ou avoir des conversions de terres forestières dans des développements urbains susceptibles d'augmenter considérablement le déboisement. Si les organismes chargés des inventaires prévoient ce type de changements importants et des changements résultant de méthodologies supérieures pour une catégorie, ils pourront choisir d'examiner ce problème avant que la catégorie devienne une catégorie clé.
- *La méthode utilisée précédemment ne permet pas de refléter les mesures d'atténuation avec transparence.* Au fur et à mesure de l'introduction de techniques et technologies d'atténuation des émissions, l'organisme chargé de l'inventaire devra utiliser des méthodes qui reflètent les réductions des émissions ou des absorptions avec transparence. Si les méthodes utilisées précédemment ne sont pas assez transparentes, conformément aux *bonnes pratiques*, elles devront être changées ou affinées.
- *La capacité en matière de préparation d'inventaire a été renforcée :* Avec le temps, il peut y avoir augmentation de la capacité de préparation des inventaires au plan des ressources humaines ou financières, ou des deux. Dans ce cas, conformément aux *bonnes pratiques*, l'organisme chargé de l'inventaire changera ou affinera les méthodes afin d'obtenir des estimations plus exactes, plus complètes ou plus transparentes, en particulier pour *les catégories clés*.
- *De nouvelles méthodes sont disponibles.* De nouvelles méthodes seront peut-être développées à l'avenir pour exploiter les nouvelles technologies ou les nouvelles connaissances scientifiques. La télédétection, par exemple, et la modélisation spécifique au site pourraient permettre d'obtenir des estimations d'émissions dues au défrichage plus exactes que celles calculées par simple agrégation des facteurs d'émissions/données d'activités. L'organisme chargé de l'inventaire devra s'assurer que ses méthodes sont en accord avec les *Lignes directrices du GIEC* et avec le présent rapport.

Une fois que la nécessité des recalculs a été établie, on peut envisager diverses méthodes pour remédier aux risques de manque de cohérence pour les séries temporelles. Normalement, le choix méthodologique dépend des données dont on dispose pour effectuer les recalculs. *GPG2000* analyse plusieurs méthodes, présentées au Tableau 5.6.1. Fondamentalement, les méthodes décrites dans *GPG2000* sont entièrement applicables au secteur UTCATF.

On ne peut pas donner la liste de toutes les questions susceptibles de résulter des recalculs, ou donner des recommandations détaillées sur la technique de recalculs appropriée dans tous les cas. Chaque cas doit être examiné individuellement et la méthode de recalculs choisie doit concilier les coûts de mise en œuvre et les effets généraux sur la cohérence des séries temporelles.

Des changements méthodologiques peuvent se produire sur plusieurs années d'élaboration d'inventaires. Dans des cas simples (passage d'un niveau à un autre, par exemple), l'échantillonnage ou l'expérimentation peut fournir des facteurs d'émissions spécifiques au pays, et les *bonnes pratiques* consistent alors à recalculer les séries temporelles en intégrant ces nouveaux facteurs d'émissions, avec les données d'activités disponibles. Certains cas peuvent être plus complexes, comme indiqué ci-dessous :

- Les instruments pour la collecte des données d'activités peuvent évoluer avec le temps et on ne peut pas utiliser le nouvel instrument rétroactivement. On peut, par exemple, estimer des activités de défrichage à l'aide d'images satellite, mais les satellites utilisés à cette fin évoluent ou se dégradent avec le temps. Dans ce cas, la méthode par superposition est plus appropriée.
- Certaines sources de données peuvent ne pas être disponibles annuellement en raison de contraintes budgétaires. Dans ce cas, l'interpolation entre les années ou l'extrapolation pour les années postérieures à la dernière année pour laquelle on dispose de données peut être appropriée.
- En général, les émissions et absorptions par le secteur UTCATF dépendent de l'utilisation des terres antérieure. Les données historiques doivent donc couvrir une longue période (vingt à cent ans), et leur qualité varie souvent dans le temps. Des techniques de superposition, interpolation ou extrapolation peuvent être nécessaires dans ce cas.

²³ Dans certains cas, les collectes de données peuvent être réduites, ce qui peut aussi entraîner un changement ou affinement méthodologique.

- Le calcul des facteurs d'émissions exigera en général la combinaison de l'échantillonnage et de la modélisation. La cohérence des séries temporelles doit s'appliquer également à la modélisation. Les modèles peuvent être considérés comme un outil de transformation des données d'entrée pour produire des résultats. En général, lorsqu'on modifie des données d'entrée ou des relations mathématiques dans un modèle, on doit recalculer toute la série temporelle d'estimations (voir Tableau 5.6.1). Si cela n'est pas possible en raison de l'absence de données, on peut appliquer des variations de la méthode par superposition.

Méthode	Applicabilité	Observations
Recalculs complets	Les données requises sont disponibles pour toutes les périodes.	<ul style="list-style-type: none"> Bonnes pratiques, si possible.
Interpolation	Les données nécessaires aux recalculs avec la nouvelle méthode sont disponibles pour des années intermittentes pour la série temporelle.	<ul style="list-style-type: none"> Les estimations d'émissions peuvent être interpolées linéairement pour les périodes pour lesquelles la nouvelle méthode ne peut pas être appliquée.
Extrapolation de la tendance	Les données nécessaires à la nouvelle méthode ne sont pas collectées annuellement et ne sont pas disponibles au début ou à la fin de la série temporelle.	<ul style="list-style-type: none"> Plus fiable si la tendance dans le temps est constante. Ne doit pas être utilisée si la tendance change (auquel cas la méthode de substitution peut être plus appropriée). Ne doit pas être utilisée pour de longues périodes.
Superposition	Les données nécessaires à l'application de la méthode antérieure et de la nouvelle méthode doivent être disponibles au moins pour une année.	<ul style="list-style-type: none"> Plus fiable lorsque la superposition entre deux ou plusieurs ensembles d'estimations d'émissions annuelles peut être évaluée. Si la relation observée à l'aide des deux méthodes n'est pas cohérente, les recalculs devront être basés sur deux ou plusieurs estimations d'émissions annuelles.
Substitution	Les facteurs d'émissions ou les données d'activités utilisés dans la nouvelle méthode sont étroitement corrélés à d'autres données indicatives mieux connues et plus facilement disponibles.	<ul style="list-style-type: none"> Des ensembles de données indicatives (individuels ou combinés) devront être testés pour déterminer ceux dont la corrélation est la plus élevée. Ne doit pas être utilisée pour de longues périodes.

5.6.3 Recalculs et données périodiques

Il est rare que les inventaires de ressources nationales ou environnementales, tels que les inventaires forestiers nationaux, couvrent l'ensemble du pays sur une base annuelle. Ils sont effectués en général tous les cinq ou dix ans, ou région par région, et par conséquent, les estimations au niveau national ne peuvent être obtenues directement qu'après établissement de tous les inventaires régionaux.

En raison de l'absence de données annuelles, les estimations doivent être mises à jour chaque fois que de nouvelles données deviennent disponibles, avec recalculs pour les années entre les données. Un autre problème est celui de la préparation d'inventaires pour les années entre les dernières données et les prochaines données disponibles. Dans ce cas, de nouvelles estimations seront extrapolées à partir des données disponibles, puis recalculées lorsque de nouvelles données seront disponibles.

Le choix méthodologique pour assurer la cohérence des séries temporelles dépendra des données disponibles. Dans le cas de données de substitution (à savoir, d'autres ensembles de données pouvant être utilisées à la place des données manquantes), celles-ci peuvent permettre d'extrapoler la tendance des données périodiques, puis d'interpoler ces mêmes données après collecte des nouvelles données. En l'absence de données de substitution ou d'autres informations, l'extrapolation, suivie d'une interpolation recalculée des estimations lorsque de nouvelles données sont disponibles, est la seule méthode possible. Par conséquent, conformément aux *bonnes pratiques*, on s'efforcera d'obtenir des données de substitution pour guider l'extrapolation et l'interpolation si les données de base pour les estimations d'inventaire ne sont pas disponibles annuellement. Deux exemples de méthodes pratiques sont décrits dans les Encadrés 5.6.1 et 5.6.2.

ENCADRE 5.6.1

EXEMPLE DE CAS D'INVENTAIRE FORESTIER NATIONAL EFFECTUE TOUTS LES 5 ANS

Examinons le cas d'un inventaire forestier national effectué tous les cinq ans. Les estimations de plusieurs types de données requises (croissance des arbres, par exemple) ne seront donc obtenues qu'à certains intervalles temporels. Si on suppose qu'en moyenne la croissance est raisonnablement stable entre les années, les estimations d'inventaire pour les années postérieures aux dernières données disponibles devront être faites par extrapolation des estimations antérieures (tendance de la croissance des arbres). A la Figure 5.6.1, une estimation de la biomasse pour 2003 pour une parcelle a été obtenue de cette façon, bien que les dernières mesures datent de 2000. La tendance entre 1995 et 2000 est simplement extrapolée linéairement. En pratique, on peut utiliser une échelle logarithmique pour intégrer le comportement exponentiel, mais ceci n'est pas le cas dans cet exemple. On peut également améliorer l'extrapolation à l'aide de données de substitution ou d'une modélisation plus sophistiquée qui prend en compte les paramètres qui influent sur le paramètre que l'on veut extrapoler.

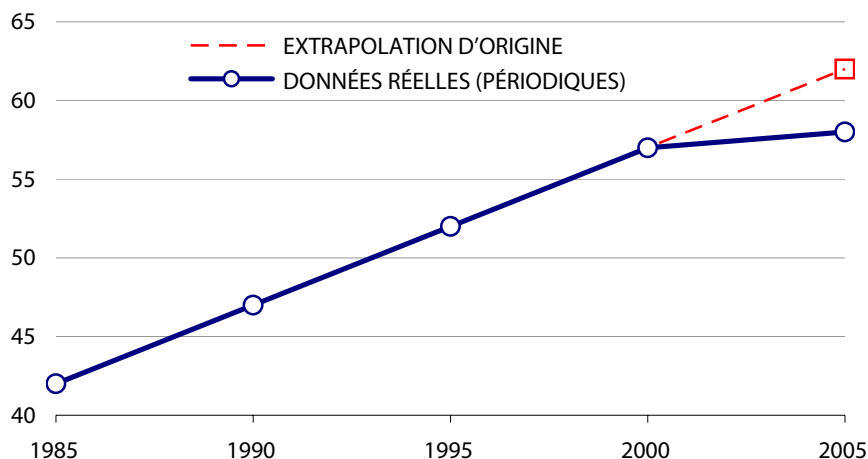
ENCADRE 5.6.1 (SUITE)

EXEMPLE DE CAS D'INVENTAIRE FORESTIER NATIONAL EFFECTUE TOUS LES CINQ ANS

Après collecte des nouvelles données pour 2005 (Figure 5.6.1), les estimations pour les années intermédiaires (2001-2004) doivent être recalculées à l'aide d'une méthode appropriée (associant interpolation et méthode de substitution, par exemple). Dans cet exemple, les estimations pour toutes ces années intermédiaires (2001-2004) seront recalculées, étant donné que l'estimation pour 2005 s'est avérée être inférieure à la tendance extrapolée.

FIGURE 5.6.1

ESTIMATION RECALCULEE POUR 2003 BASEE SUR L'EXTRAPOLATION LINEAIRE



ENCADRE 5.6.2

EXEMPLE DE MODELISATION DES EMISSIONS D'UN SITE DANS LE TEMPS

Examinons la modélisation des émissions d'un site dans le temps. Ceci peut être utile pour une méthode spécifique au pays si l'inventaire a été basé sur le suivi d'un site échantillon ou d'une population complète de sites.

En général, il n'est pas économique d'effectuer des visites annuelles de tous les sites pour évaluer les changements d'affectation des terres. On peut par contre utiliser la télédétection pour mesurer des changements tels que le défrichage, et le fait que cette technique offre une couverture plus étendue compense la précision inférieure des données qu'elle fournit. En raison des coûts d'acquisition et de traitement des données télédéteçtées, l'acquisition annuelle de données télédéteçtées peut ne pas être possible ou économique. On peut cependant les obtenir périodiquement et interpoler les périodes intermédiaires.

Dans le cas d'identification d'une activité de défrichage à l'aide de relevés périodiques ou par télédétection, on doit affecter des émissions à une ou plusieurs années antérieures à l'activité. En l'absence de données de substitution ou d'informations supplémentaires indiquant l'année ou les années pendant laquelle l'activité a eu lieu, les *bonnes pratiques* consistent à attribuer des émissions dues au défrichage par incréments égaux pour chaque année. Par exemple, si la télédétection indique qu'un site particulier a été boisé en 1997, mais était défriché en 2000, le défrichage a pu avoir lieu en 1998, 1999 ou 2000.

L'existence de données de substitution peut changer la méthode d'analyse. Pour des estimations pour la période antérieure à la disponibilité de nouvelles données satellite (pour les inventaires d'origine 1999 et 2000), on doit extrapoler à partir des années antérieures, avec, peut-être, consultation d'archives administratives. Conformément aux *bonnes pratiques*, l'extrapolation doit être la plus fiable possible, dans les limites des données et des ressources disponibles, tout en sachant que les estimations seront révisées ultérieurement lorsqu'on disposera de données plus détaillées.

En tant qu'extension de l'analyse de l'incertitude pour cette catégorie, l'activité de défrichage pourrait être aléatoire pour une des trois années (c'est-à-dire attribuée à chaque année avec une probabilité de 1/3). De même, une analyse Monte Carlo pourrait attribuer de façon répétée l'activité de défrichage à une année aléatoire, puis calculer l'incertitude des émissions et absorptions pour le secteur. Ceci inclurait l'incertitude supplémentaire relative au moment exact du défrichage dans l'estimation. Si des archives administratives permettent de connaître les taux de défrichage approximatifs, ceux-ci peuvent permettre d'ajuster les probabilités de l'interpolation. Si on estime, par exemple, que le taux de défrichage en 1998 est le double du taux en 1999 et 2000, on peut estimer la probabilité pour l'exemple ci-dessus qui serait de 1/2 pour que le défrichage ait eu lieu en 1998 et 1/4 qu'il ait eu lieu en 1999 ou 2000.

5.6.4 Questions liées aux Articles 3.3 et 3.4 du Protocole de Kyoto

En général, les *bonnes pratiques* relatives à la cohérence des séries temporelles et aux recalculs des estimations du secteur UTCATF conformes à la notification d'informations supplémentaires aux termes du Protocole de Kyoto, seront similaires à celles des autres estimations d'inventaire, à l'exception de certains points spécifiques aux Articles 3.3 et 3.4 dont il faudra tenir compte :

- Nécessité d'une estimation annuelle des limites géographiques de la superficie qui inclut la terre faisant l'objet de l'activité. Pendant la période d'engagement aux termes du Protocole de Kyoto, l'estimation de ces superficies devra être mise à jour si de nouvelles terres sont incluses dans la catégorie relevant des Articles 3.3 et 3.4. On devra donc veiller à assurer une représentation cohérente de ces superficies pour la période remontant jusqu'à 1990 ou au début de toute activité relevant des Articles 3.3 et 3.4, ainsi qu'un suivi approprié des conversions entre les catégories pour ces terres. Conformément aux *bonnes pratiques*, on utilisera les méthodes décrites à la Section 5.6.
- Nécessité de recalculs en raison de nouvelles données mises à jour ou de données non annuelles (voir Chapitre 4 pour une description plus détaillée des procédures à suivre avec des données non annuelles).

5.6.5 Notification et documentation

Dans tous les cas, les calculs effectués pour assurer la cohérence des séries temporelles devront être soigneusement documentés en raison des processus complexes et de la grandeur des échelles temporelles et géographiques du secteur UTCATF. Les *recommandations en matière de bonnes pratiques* présentées dans *GPG2000* sur la documentation de la cohérence des séries temporelles sont également applicables à ce secteur. *GPG2000* précise qu'une documentation claire des recalculs est indispensable pour obtenir des estimations d'émissions transparentes, et pour démontrer que ces recalculs améliorent l'exactitude et l'exhaustivité. Il est recommandé de fournir les informations suivantes avec les recalculs :

- Effet des recalculs sur le niveau et la tendance des estimations (présentation d'estimations établies par la méthode antérieure et par la nouvelle méthode).
- Raison des recalculs (voir Section 7.2.1, Méthodes quantitatives pour l'identification des catégories de source clés de *GPG2000*, pour une analyse plus approfondie à ce propos).
- Description de la méthode changée ou affinée, des modèles, hypothèses, valeurs de facteurs et/ou méthode.
- Justification du changement ou de l'affinement méthodologique pour l'amélioration de l'exactitude, de la transparence, ou de l'exhaustivité.
- Méthode de recalcul des estimations antérieures.
- Raison du choix méthodologique, avec comparaison des résultats obtenus avec la méthode choisie et d'autres méthodes, y compris, si possible, un graphe simple des émissions par rapport au temps, ou des données pertinentes sur les activités, ou des deux.

5.7 VERIFICATION

5.7.1 Introduction

La vérification des inventaires nationaux des gaz à effet de serre a pour but d'établir leur fiabilité et de vérifier l'exactitude des estimations chiffrées de façon indépendante. Elle peut être effectuée à plusieurs niveaux : niveau des projets, niveau national et niveau international.

La vérification vise à :

- Fournir des données d'entrée susceptibles d'améliorer les inventaires ;
- Renforcer la fiabilité des émissions et des tendances ;
- Contribuer à améliorer la compréhension scientifique.

On peut atteindre ces objectifs par des vérifications d'inventaires internes ou externes. En général, la vérification interne est confiée aux organismes chargés des inventaires, et la vérification externe à d'autres entités (organismes gouvernementaux, entreprises privées, groupes de recherches, chercheurs indépendants, organisations non gouvernementales, etc.).

Le Glossaire des *Recommandations du GIEC en matière de bonnes pratiques et de gestion des incertitudes pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre (GPG2000, GIEC 2000)* définit la vérification comme indiqué dans l'Encadré 5.7.1 (voir aussi le Glossaire) :

ENCADRE 5.7.1
DEFINITION DE LA VERIFICATION POUR L'INVENTAIRE

On entend par vérification l'ensemble des activités et procédures qui peuvent être mises en œuvre pendant la planification et l'élaboration, ou au terme de la l'élaboration d'un inventaire et qui peuvent contribuer à établir sa fiabilité pour les applications prévues de l'inventaire.

En général, la vérification, telle qu'elle est analysée dans l'Appendice 2, Vérification, de *GPG2000* est pertinente pour le secteur UTCATF. Elle peut être effectuée de plusieurs façons, notamment par comparaison des estimations de l'inventaire avec des évaluations, des procédures et des ensembles de données indépendants ; examens par des tiers experts, ou examens publics, et mesures directes des émissions et absorptions de gaz à effet de serre. Les méthodes de vérification peuvent aussi inclure l'analyse d'éléments spécifiques de l'inventaire, tels que des données sous-jacentes (collecte, transcription, et analyse des données), facteurs d'émissions, données d'activités, hypothèses et règles utilisés pour les calculs (pertinence et application des méthodes, y compris des modèles), et procédures de mise à l'échelle. Quelles que soient les techniques de vérification choisies ou les aspects de l'inventaire vérifiés, conformément aux *bonnes pratiques*, la vérification devra être effectuée avec des données et des méthodes indépendantes de celles ayant servi à la préparation de l'inventaire.

Dans une certaine mesure, des méthodes de vérification spécifiques sont nécessaires pour le secteur UTCATF en raison de la spécificité des méthodes d'estimation. Idéalement, la vérification des activités UTCATF devrait être basée sur la comptabilisation complète des émissions et absorptions nationales, mesurée par des méthodes indépendantes à plusieurs niveaux, et peut-être complétée par des méthodes descendantes basées sur des mesures atmosphériques. Ce type de vérification sera complexe et coûteux et pourra être mis en œuvre par des groupes et/ou des programmes de recherches. Plus probablement, les organismes chargés des inventaires appliqueront des méthodes de vérification plus limitées ou intégreront la vérification dans des études déjà en cours. Les méthodes de vérification externe décrites dans la présente section peuvent aider les organismes chargés des inventaires à évaluer leurs résultats.

La présente section décrit plusieurs méthodes de vérification et contient des recommandations pratiques sur leur application pour la totalité ou une partie de l'inventaire. La Section 5.7.2 décrit des méthodes permettant de vérifier les estimations d'inventaires et/ou les données sous-jacentes à ces estimations. La Section 5.7.3 contient des recommandations pratiques pour la vérification des inventaires UTCATF. La Section 5.7.4 examine des questions de vérification spécifiques au Protocole de Kyoto²⁴ et la Section 5.7.5 examine des questions de notification et de documentation. L'assurance de la qualité et le contrôle de la qualité (AQ/CQ), qui sont étroitement liés à la vérification, sont examinés à la Section 5.5. Enfin, certains points concernant des méthodes de vérification sont analysés à la Section 5.7.6.

²⁴ La vérifiabilité est une prescription aux termes de l'Article 3.3 du Protocole de Kyoto et pour les Articles 3.3 et 3.4 conformément au paragraphe 17 de l'Annexe du projet de décision UTCATF convenu à Marrakech (voir FCCC/CP/2001/13/Add.1, page 61).

5.7.2 Méthodes de vérification

L'organisme chargé de l'inventaire (ou un organisme externe) peut choisir de vérifier la totalité ou une partie de l'inventaire, ou les données sous-jacentes ou les modèles utilisés pour le calcul des estimations. La présente section décrit les méthodes qui peuvent être utilisées pour vérifier les estimations d'inventaires, y compris des techniques permettant de vérifier la totalité de l'inventaire, et de nombreuses techniques de vérification de certains éléments de l'inventaire. Le choix méthodologique pour la vérification repose sur des critères qui incluent notamment : importance, coûts, niveaux d'exactitude et de précision recherchés, complexité de la conception et de la mise en œuvre des méthodes de vérification, et niveau d'expertise requis pour la vérification. Chaque méthode fait l'objet d'une description technique, avec indication de son applicabilité (pour une catégorie, ou des types de données particuliers, par exemple). Des recommandations sur l'application de la méthode sont aussi incluses, et le Tableau 5.7.1 présente des informations visant à faciliter l'identification des méthodes les plus appropriées pour certaines catégories ou données d'entrée. Le Tableau 5.7.1 répertorie des méthodes de vérification pour la classification des superficies terrestres, les principaux bassins de carbone et les gaz sans CO₂, mais n'est pas exhaustif. L'applicabilité générale des méthodes de vérification pour les estimations d'émissions et d'absorptions par le secteur UTCATF aux termes du Protocole de Kyoto est décrite à la Section 5.7.4.

En général, les principales émissions et absorptions associées au secteur UTCATF sont celles de dioxyde de carbone (CO₂). Mais ce secteur inclut aussi des gaz à effet de serre sans CO₂ (principalement des émissions) résultant de la fertilisation des forêts, du défrichage, de la préparation des sols avant le boisement/reboisement, de la gestion des prairies et des terres cultivées et d'autres pratiques. Ces gaz à effet de serre sans CO₂ incluent le méthane (CH₄), l'oxyde nitreux (N₂O), le monoxyde de carbone (CO), les oxydes d'azote (NO_x), et les composés organiques volatiles non méthaniques (COVNM). Les émissions et absorptions de CO₂ peuvent être estimées et vérifiées directement par les variations des stocks de carbone de la biomasse et des sols. Pour les gaz sans CO₂, la mesure des flux permet de vérifier les estimations d'émissions annuelles.

Il existe un grand nombre de méthodes de vérification des estimations d'émissions et d'absorptions pour le secteur UTCATF. Une méthode de vérification générale peut inclure la comparaison des résultats à diverses échelles géographiques, depuis des échelles régionales jusqu'à des échelles mondiales. Mais ces comparaisons sont laborieuses et seront probablement effectuées sur plusieurs années plutôt que sur une seule année. Comparées aux émissions dues aux combustibles fossiles, les activités du secteur UTCATF sont plus difficiles à évaluer sur des échelles temporelles plus courtes en raison de la difficulté de la surveillance du carbone de la biosphère, lequel atteint lentement son stade d'équilibre. Une analyse à long terme est donc nécessaire pour l'évaluation des effets anthropiques nets sur le carbone de la biosphère (Nilsson *et al.* 2001).

Le Tableau 5.7.1 récapitule l'applicabilité de plusieurs méthodes de vérification pour des éléments d'estimations d'inventaires UTCATF. Des descriptions plus détaillées de ces méthodes sont présentées dans des paragraphes ultérieurs de la présente section.

METHODE 1 : COMPARAISON AVEC D'AUTRES DONNEES

La comparaison de l'inventaire UTCATF avec d'autres inventaires ou ensembles de données compilés indépendamment peut être un moyen de vérification utile et efficace. Cette méthode permet deux grands types de vérification : comparaison avec des inventaires indépendants (Méthode 1a) ou comparaison avec des programmes et ensembles de données internationaux (Méthode 1b).

Méthode 1a : Comparaison avec des inventaires indépendants

Dans certains pays, on peut vérifier les estimations nationales UTCATF calculées par l'organisme chargé de l'inventaire avec des inventaires établis par d'autres entités (autres organismes nationaux, régionaux/provinciaux, organismes de recherches, etc.). Ces inventaires externes peuvent servir à la vérification si les mêmes données sous-jacentes n'ont pas servi au calcul des estimations d'inventaires et si on peut évaluer les liens entre les secteurs et les catégories d'inventaires. Conformément aux *bonnes pratiques*, on devra s'assurer que les mêmes ensembles de données n'ont pas déjà été utilisés pour calculer/estimer certaines catégories UTCATF inventoriées. On doit également prendre en compte les incertitudes des estimations lors de la comparaison avec des inventaires indépendants.

Une autre méthode de vérification efficace consiste à comparer des données d'inventaires entre des pays ou entre des groupes de pays. Ces comparaisons peuvent porter sur des estimations pour des catégories de sources/puits particulières, ou des hypothèses par défaut et/ou des données utilisées pour la compilation de l'inventaire national. Cette méthode est peu coûteuse, mais on doit veiller à ce que les caractéristiques des pays choisis soient réellement comparables (les pays doivent avoir des caractéristiques climatiques ou de biome similaires). Des données basées sur des inventaires d'autres pays peuvent quelquefois être plus pertinentes pour les circonstances nationales que celles calculées à l'aide de facteurs d'émissions et de données d'activités par défaut, et leur utilisation peut améliorer l'inventaire.

La comparaison de données ou d'estimations d'inventaires avec d'autres inventaires peut être peu coûteuse et relativement simple. En général, elle n'exige pas de personnel spécialisé ou extrêmement qualifié, contrairement à d'autres méthodes telles que la télédétection ou la modélisation. Elle peut être appliquée à tous les éléments d'une

estimation, y compris la classification des superficies, les inventaires des bassins de carbone, les estimations des gaz sans CO₂, et les activités telles que le boisement, reboisement et déboisement. Fondamentalement, son application dépend de l'existence d'autres inventaires qui permettront la comparaison. Conformément aux *bonnes pratiques*, on utilisera cette méthode si ces inventaires sont disponibles. Si ces comparaisons mettent en lumière des différences significatives, on devra en rechercher les causes, afin d'interpréter correctement les résultats et identifier les éléments pour lesquels des vérifications supplémentaires seront requises.

TABLEAU 5.7.1					
APPLICABILITE DES METHODES DE VERIFICATION POUR L'IDENTIFICATION DES SUPERFICIES TERRESTRES, DES BASSINS DE CARBONE ET DES GAZ A EFFET DE SERRE SANS CO₂					
	Méthode 1 Comparaison avec d'autres inventaires et autres ensembles de données indépendants	Méthode 2 Application de méthodes de niveaux supérieur	Méthode 3 Mesures directes	Méthode 4 Télédétection	Méthode 5 Modélisation
Superficie terrestre	Applicable, si des données sont disponibles	Applicable, si des données sont disponibles	Non applicable	Applicable	Non applicable
Bassins de carbone					
Biomasse aérienne	Applicable, si des données sont disponibles	Applicable, si des données sont disponibles	Applicable (coûteuse en ressources)	Applicable (données de terrain nécessaires)	Applicable (modèles de régression, d'écosystèmes et de croissance)
Biomasse souterraine	Applicable, si des données sont disponibles	Applicable, si des données sont disponibles	Applicable (coûteuse en ressources)	Non applicable	Applicable (modèles de régression, d'écosystèmes et de croissance)
Bois mort	Applicable, si des données sont disponibles	Applicable, si des données sont disponibles	Applicable (coûteuse en ressources)	Non applicable	Applicable (modèles d'écosystèmes et fondés sur des inventaires)
Litière	Applicable, si des données sont disponibles	Applicable, si des données sont disponibles	Applicable (coûteuse en ressources)	Non applicable	Applicable (modèles d'écosystèmes et fondés sur des inventaires)
Matières organiques des sols	Applicable, si des données sont disponibles	Applicable, si des données sont disponibles	Applicable (coûteuse en ressources)	Non applicable	Applicable (modèles d'écosystèmes et fondés sur des inventaires)
Gaz à effet de serre sans CO₂	Applicable, si des données sont disponibles	Applicable, si des données sont disponibles	Applicable (coûteuse en ressources)	Non applicable	Applicable (modèles d'écosystèmes)
Facteurs d'émissions	Applicable, si des données sont disponibles	Applicable, si des données sont disponibles	Applicable (coûteuse en ressources)	Non applicable	Applicable (modèles d'écosystèmes)
Rapport basé sur les activités/la couverture terrestre					
Forêts, prairies, terres cultivées, autres utilisations des terres	Applicable, si des données sont disponibles	Applicable, si des données sont disponibles	Applicable (coûteuse en ressources)	Applicable, en particulier pour identifier la couverture terrestre/ l'utilisation des terres et leurs changements	Applicable Exige beaucoup de données. Peut être utilisée lorsque des estimations obtenues par mesures directes et télédétection ne sont pas disponibles
Projets de boisement, reboisement, déboisement	Applicable, si des données sont disponibles	Applicable, si des données sont disponibles	Applicable (coûteuse en ressources)	Applicable, en particulier pour identifier la couverture terrestre/ l'utilisation des terres et leurs changements	Pas pratique

Méthode 1b : Comparaison avec des programmes et ensembles de données internationaux

Diverses initiatives internationales de recherches et de surveillance sont en cours actuellement, au niveau régional/continental (projets de recherches, réseaux de surveillance, etc.) et au niveau mondial (télédétection de la biosphère, centre d'archivage de données mondiales, réseaux d'initiatives de recherches similaires interrégionales, etc.).

Pour le secteur UTCATF, la plupart de ces recherches sont associées à la quantification du rôle des écosystèmes terrestres, notamment des forêts, sur le cycle du carbone, sur une échelle allant des écosystèmes jusqu'au niveau planétaire. Une grande partie des informations obtenues par des réseaux de recherches et de surveillance pourrait être utile pour la vérification des estimations dans le secteur UTCATF, et pour d'autres questions communes, comme celles associées à l'assurance et au contrôle de la qualité et aux incertitudes.

L'échelle et le niveau d'agrégation (national, régional, etc.) des données et des informations susceptibles d'être collectées à partir de ces programmes et ensembles de données peuvent être utiles à diverses étapes et plusieurs niveaux du processus de vérification (audit interne et externe, comparaison avec des données collectées par d'autres organismes, etc.).

Comme pour la Méthode 1a, la comparaison de données ou d'estimations d'inventaires avec des ensembles de données indépendants est une méthode de vérification peu coûteuse et simple. Elle peut être appliquée à tout élément d'inventaire pour lequel il existe une autre source de données. En général, elle est particulièrement utile avec des données de classification des superficies, mais peut être aussi utilisée pour vérifier certains éléments d'estimations de bassins de carbone, gaz à effet de serre sans CO₂, et activités ; des données fournies par des réseaux de recherches peuvent servir à vérifier des données spécifiques au pays (facteurs d'émissions). Comme mentionné pour la méthode précédente, lors de l'utilisation d'un ensemble de données international à des fins de comparaison, conformément aux *bonnes pratiques*, on doit s'assurer que cet ensemble n'a pas servi au calcul ou à l'estimation des éléments de la catégorie UTCATF inventoriée. En effet, ceci peut se produire, en particulier lorsque des programmes et ensembles de données internationaux sont compilés à partir de statistiques nationales ou incluent les résultats d'études spécifiques effectuées dans le pays qui prévoit d'utiliser les données à des fins de vérification. L'analyse des différences susceptibles d'être identifiées par la comparaison avec des ensembles de données et inventaires disponibles au plan international devra s'attacher à identifier les raisons possibles de ces différences, l'objectif final étant l'amélioration de l'ensemble de l'inventaire. Des liens avec certains programmes et ensembles de données internationaux qui pourront être utiles à des fins de vérification figurent dans l'Encadré 5.7.6, Liens et réseaux pertinents pour le secteur UTCATF, à la Section 5.7.6. D'autres liens utiles avec des sources de données sur l'utilisation des terres/la couverture terrestre figurent au Chapitre 2, Appendice 2.A.2, Exemples d'ensembles de données internationales sur la couverture terrestre.

METHODE 2 : APPLICATION DE METHODES DE NIVEAUX SUPERIEURS

Un pays peut ne pas avoir suffisamment de données ou de ressources pour utiliser des méthodes de niveaux supérieurs pour la totalité de son inventaire d'émissions et d'absorptions pour toutes les catégories du secteur UTCATF. Mais il peut aussi avoir accès à des ensembles de données plus complets pour des zones spécifiques (une région ou une sous-catégorie, par exemple), auquel cas, il peut effectuer une vérification partielle de ses estimations à l'aide d'une méthode de niveau supérieur. Par exemple, si des émissions et absorptions de gaz à effet de serre dans des forêts gérées ont été estimées par des méthodes de Niveau 1, l'organisme chargé de l'inventaire peut envisager d'effectuer une vérification à l'aide de données spécifiques au pays (Niveau 2 ou Niveau 3) pour une partie de la zone forestière. Il devra pour cela utiliser des équations existantes sur la biomasse et la croissance (ou en établir) dans les zones choisies au moins pour leurs conditions de croissance (biome, régions climatiques), catégories d'âges des peuplements forestiers et régimes de gestion homogènes.

La mise en œuvre de méthodes de niveaux supérieurs pour certains éléments d'inventaires peut être une technique de vérification efficace si on dispose des données nécessaires, obtenues à partir de la méthode plus détaillée. Cette méthodologie peut être utilisée à plusieurs échelles, depuis l'échelle de la parcelle jusqu'à l'échelle nationale. Les coûts varieront selon l'étendue de la vérification. En général, le calcul d'estimations de niveaux supérieurs à des fins de vérification peut être relativement simple et peut utiliser l'expertise habituelle requise pour les inventaires. Un point clé avec cette méthode est de décider si on doit utiliser les estimations partielles de niveaux supérieurs dans l'inventaire lui-même ou comme outil de vérification.

METHODE 3 : MESURES DIRECTES DES EMISSIONS ET ABSORPTIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE

Des mesures directes sont une méthode de vérification pour des bassins de carbone, et pour des émissions de gaz à effet de serre sans CO₂ et activités dans le secteur UTCATF. Cependant, le plus souvent, cette méthode n'est pas applicable pour la vérification de la classification des superficies terrestres. L'échelle de la méthode peut varier, depuis l'échelle de la parcelle jusqu'à l'échelle nationale. A une échelle limitée, les mesures directes peuvent fournir des facteurs par défaut spécifiques au pays et des données d'activités ; à plus grande échelle, elles peuvent permettre la vérification d'estimations sectorielles et d'activités spécifiques. Les coûts peuvent varier considérablement, selon la taille de l'échantillon et l'exactitude recherchée. L'exactitude peut être élevée avec un échantillon de grande taille. Les principaux problèmes associés à l'application de cette méthode sont ceux de la conception d'une stratégie d'échantillonnage et des protocoles de mesures. Une fois l'infrastructure en place, les collectes de mesures ne sont pas difficiles au plan technique, mais peuvent être laborieuses.

Lorsqu'on effectue des mesures directes des émissions et absorptions des gaz à effet de serre dans le secteur UTCATF, il est important d'étudier attentivement la variabilité temporelle et spatiale car les émissions/absorptions pour une année donnée ne sont pas nécessairement indicatrices des tendances à long terme. Ceci est dû au fait que la plupart des émissions et absorptions dans ce secteur sont liées à des processus biologiques et soumises à la variabilité climatique. Ce problème peut être partiellement résolu par l'utilisation de mesures moyennes, cumulatives, ou par lissage sur plusieurs années pour obtenir des résultats représentatifs. De plus, l'effet de la variabilité interannuelle des données tend à diminuer dans le cas de l'étude de grandes superficies. Par conséquent, des mesures directes sur des superficies étendues, avec des intervalles de mesures plus longs, refléteront mieux l'effet des pratiques de gestion (voir Chapitre 4, Section 4.2.3.7, Variabilité interannuelle). En dépit de ces problèmes liés à l'utilisation des mesures directes comme outils de vérification, ces mesures peuvent être utiles sur plusieurs plans pour la vérification des estimations et données de base pour le secteur UTCATF, comme décrit ci-dessous.

Biomasse vivante (aérienne et souterraine)

Les estimations des variations des stocks de carbone de la biomasse peuvent être vérifiées par des **mesures directes des variations des stocks**. Les techniques actuelles permettent des mesures périodiques et raisonnablement exactes des variations de la biomasse aérienne, bien que, dans les forêts matures, les variations annuelles des stocks soient quelquefois peu élevées par rapport à la taille du bassin. Il existe aussi des méthodes d'estimation de la biomasse souterraine, mais l'échantillonnage est plus difficile que pour la biomasse aérienne. Cette méthode est particulièrement utile pour les forêts, mais peut être aussi appropriée pour les variations de la biomasse vivante des terres à biomasse ligneuse, mais qui ne correspondent pas à la définition des terres forestières (systèmes agroforestiers, prairies régénérées, etc.).

Les mesures directes peuvent être utilisées de plusieurs façons pour vérifier les estimations de biomasse. Un pays, par exemple, peut choisir de collecter des données d'inventaire forestier par des mesures directes plus fréquemment qu'à l'ordinaire, à un intervalle entre cinq et dix ans, pour un sous-échantillon de parcelles ou pour une région. L'organisme chargé de l'inventaire peut aussi utiliser des mesures directes pour calculer des relations allométriques locales avec la biomasse souterraine, lesquelles permettront la vérification des variations des stocks pour la totalité de la biomasse vivante. Les mesures directes peuvent être un outil de vérification dans le cas de jeunes peuplements forestiers ou de terres faisant l'objet d'une régénération de la biomasse, car les équations allométriques et les facteurs d'expansion de la biomasse disponibles en général ne sont pas applicables pour ces bassins. Des **études sur les écosystèmes** pourraient permettre de calculer des facteurs d'expansion de la biomasse spécifiques à l'espèce, qui pourraient être comparés aux facteurs par défaut utilisés pour la notification, et de vérifier le taux de croissance de forêts spécifiques.

Matière organique morte (bois mort et litière)

Comme pour la biomasse aérienne et souterraine, les mesures directes permettent aussi d'estimer les stocks de matière organique morte (litière et bois mort). Cependant, les bassins de litière et de bois mort des forêts présentent une variabilité spatiale et temporelle très élevée (variations saisonnières de la litière, variations soudaines résultant de perturbations naturelles ou anthropiques, etc.) et l'évaluation correcte des stocks de matière organique morte requiert un programme d'échantillonnage correct. Les bassins de litière des forêts matures ne devant pas varier significativement, la vérification devra être axée de préférence sur les zones de boisement/reboisement et sur les peuplements forestiers faisant l'objet d'activités de gestion importantes (récoltes, préparation des sites, coupes d'éclaircie, etc.).

En général, les études sur les écosystèmes mesurent les apports de litière aérienne au moyen de filets-pièges (feuillage et brindilles), et les stocks de litière par collecte de la litière (et du bois mort grossier) sur plusieurs parcelles. Ces études peuvent contribuer à la vérification des facteurs par défaut de Niveau 1 qui seront utilisés pour la notification.

Sols (matières organiques des sols)

On peut également vérifier les émissions et absorptions par les **sols**. Comme pour la biomasse aérienne, on peut utiliser des méthodes sensibles d'estimation des stocks de carbone des sols. Un échantillonnage répété des sols sur une superficie, une région ou à l'échelle nationale peut être une méthode appropriée pour détecter les variations du carbone des sols pour différentes utilisations des terres (forêts, terres cultivées, prairies). Mais, pour les écosystèmes qui ne font pas l'objet de changements d'affectation des terres ou de pratiques de gestion importantes (récolte d'une forêt mature, amélioration d'une prairie, labourage de terres cultivées, etc.), les variations des stocks de carbone des sols peuvent être faibles et difficiles à évaluer avec exactitude sur de courtes périodes.

Les émissions et absorptions de gaz à effet de serre par les sols peuvent être mesurées sur plusieurs points d'échantillonnage sur une parcelle à l'aide d'instruments portatifs d'échantillonnage de gaz (cuvettes et analyseurs). Les mesures obtenues aux points d'échantillonnage devront ensuite être mises à l'échelle de la parcelle/de l'écosystème, en tenant compte de la variabilité spatiale élevée caractéristique des émissions et absorptions de gaz par les sols. Le CO₂ et d'autres gaz à effet de serre (N₂O, CH₄) ont été mesurés par cette méthode (Butterbach-Bahl *et al.*, 2002 ; Janssens *et al.*, 2001). Ce type de mesures directes des flux de gaz à effet de serre peut être aussi utile pour la comparaison des émissions avant et après la mise en œuvre d'une pratique de gestion spécifique (Steinkamp *et al.*, 2001 ; Butterbach-Bahl et Papen, 2002). On peut utiliser des valeurs obtenues par mesures directes pour vérifier les facteurs d'émissions par défaut qui seront utilisés à des niveaux inférieurs.

On peut vérifier les variations du carbone des sols des terres faisant l'objet d'une conversion d'utilisation en comparant les stocks de carbone mesurés sur la terre convertie aux stocks de carbone de terres où l'utilisation antérieure se poursuit. Dans ce cas, on veillera à ce que les sites appariés soient similaires pour ce qui est des facteurs susceptibles d'influer sur les taux de variations du carbone des sols (type de sol, végétation naturelle, drainage, topographie, etc.).

Mesures des flux de gaz à effet de serre à l'échelle de l'écosystème

Des **mesures directes des flux** de gaz à effet de serre de l'écosystème peuvent permettre la vérification à l'échelle locale des variations des stocks de carbone notifiées dans les inventaires. Normalement, on fait appel pour cela à des techniques micrométéorologiques, telles que la covariance des turbulences, avec utilisation de tours à hauteur des houppiers, situées dans les forêts ou autres écosystèmes, principalement pour les mesures des flux de CO₂ (Aubinet *et al.*, 2000). En général, on obtient des données sur l'Échange écosystème net (NEE, voir note de bas de page 26). Cette méthode est utilisable pour l'estimation complète des émissions et absorptions de carbone à l'échelle des parcelles/écosystèmes, et fournit des données qui peuvent être comparées aux données d'activités/facteurs d'émissions et aux valeurs par défaut utilisées pour calculer les émissions/absorptions pour une catégorie UTCATF. Il existe cependant des limites à la mise à l'échelle de ces résultats à un niveau régional et national, car on doit tenir compte de la variabilité temporelle et spatiale, des tendances à long terme et des perturbations (Körner, 2003). Les mesures directes des flux nets dans l'écosystème nécessitent des investissements importants en matière d'équipements, et peuvent limiter le choix des emplacements possibles (en fonction de la topographie, de la végétation et de la structure du houppier). Une fois mises en place, ces mesures peuvent être effectuées de façon continue et estimeront la variabilité interannuelle de l'équilibre entre les émissions et absorptions de CO₂ pour un écosystème donné. En raison de la complexité des mesures des flux dans les écosystèmes, elles seront probablement effectuées par des instituts/réseaux de recherches. Si de telles mesures existent dans un pays, l'organisme chargé de l'inventaire peut envisager d'utiliser les données obtenues à des fins de vérification.

METHODE 4 : TELEDETECTION

La télédétection est une méthode efficace pour vérifier l'affectation de la couverture terrestre/utilisation des terres, la détection des changements d'affectation des terres et les estimations des superficies des terres converties ou abandonnées. Elle permet également d'estimer les variations de la biomasse aérienne. Ces deux types d'utilisation de la télédétection à des fins de vérification sont décrites ci-après. La télédétection n'est pas applicable à la vérification de la biomasse souterraine, de la litière, du bois mort ou des matières organiques des sols.

La télédétection peut être appliquée à diverses échelles, depuis l'échelle de la parcelle jusqu'à l'échelle continentale. Cependant, l'acquisition d'informations exactes et répétables à partir d'images télédétektées peut être difficile et exigera probablement une expertise technique considérable. Les coûts dépendront de la portée et de l'échelle du programme. Ils pourront être relativement faibles s'il existe des données archivées. Mais si des mesures fréquentes et une interprétation complexe des données sont nécessaires, les coûts et l'expertise requise pourront augmenter considérablement. L'exactitude de la télédétection dépendra, entre autre, de l'échelle d'utilisation et de la source des images. La télédétection est généralement exacte, mais des données de référence au sol sont nécessaires pour améliorer l'exactitude des résultats.

Méthode 4a : Télédétection pour la vérification de l'utilisation des terres et des changements d'affectation des terres

La télédétection est l'outil le plus direct pour la vérification des superficies des forêts et prairies converties en vue d'une autre utilisation (terres cultivées, établissements, etc.), des terres gérées abandonnées, et de la détection des feux (l'un des facteurs majeurs de conversion des terres dans les tropiques). Cependant, si un pays a utilisé la télédétection pour la représentation cohérente des superficies terrestres (voir Chapitre 2, Section 2.4.4.1), ou pour l'attribution des utilisations des terres et activités liées à des aspects spécifiques du Protocole de Kyoto (voir Chapitre 4, Section 4.2.2), on doit veiller à ce que les données télédétektées utilisées pour la vérification soient indépendantes de celles utilisées pour la préparation des inventaires. D'un point de vue technique, la télédétection peut être considérée comme une vérification à posteriori, comparant des relevés consécutifs effectués pour des années différentes.

On doit se souvenir également que bien que, dans de nombreux cas, la télédétection peut détecter des changements de la *couverture terrestre* (passage d'un couvert végétal à un sol dénudé, par exemple), elle ne donne pas toujours des informations suffisantes et exactes sur l'*utilisation des terres* ou les *types de végétation* (transition entre Culture A et Culture B)²⁵. Il est relativement facile, par exemple, de détecter des coupes à blanc dans les forêts, uniquement à l'aide de données télédétektées, mais il est plus difficile de déterminer s'il s'agit d'une gestion forestière continue ou d'un déboisement (voir aussi Chapitre 4, Section 4.2.6.2.1). De même, la distinction entre les forêts de conifères non gérées et gérées est, semble-t-il, difficile, avec une exactitude de l'ordre de 50 pour cent seulement (Okuda et Nakane, 1988). La distinction entre différents types de cultures est un autre point qui peut présenter des difficultés avec la télédétection. On peut quelquefois résoudre ce problème en associant des observations fréquentes par des capteurs à résolution spatiale moyenne et des observations détaillées par des capteurs à haute résolution.

²⁵ Dans certains cas, la couverture terrestre peut changer, mais pas l'utilisation des terres, et inversement.

En raison des interactions atmosphériques, notamment avec les nuages, l'utilisation de données optiques télédéteectées peut être limitée dans certaines régions (zones boréales et tropicales, par exemple) ou pendant certaines périodes de l'année. Les capteurs à radar à ouverture synthétique (ROS) sont plus fiables dans ce cas, car l'acquisition des données peut être effectuée quelle que soit la luminosité et la couverture nuageuse. Mais même avec de nouveaux capteurs tels que ROS, il serait difficile d'estimer ou de vérifier annuellement les changements d'affectation des terres et de couverture terrestre, en partie en raison des ressources (personnel et budgets) nécessaires pour cette tâche. Toutefois, grâce à l'amélioration de la résolution spatiale et temporelle des capteurs des satellites, une détection annuelle ou plus fréquente des changements soudains et/ou récents de l'affectation des terres ou de la couverture terrestre sera peut-être possible.

Méthode 4b : Télédétection pour la vérification des variations de la biomasse vivante

La télédétection et l'imagerie par satellite peuvent aussi servir à évaluer la biomasse et ses variations au niveau de grands écosystèmes (comparaison entre les prairies et les forêts, par exemple). Les stocks de carbone forestiers peuvent être estimés par corrélation entre les données d'images spectrales et la biomasse, à condition que des données appropriées (c'est-à-dire qui n'ont pas été utilisées pour les estimations d'inventaires) soient disponibles pour représenter l'ensemble de biomes forestiers et les régimes de gestion pour lesquels des estimations sont requises (Trotter *et al.*, 1997). Des équations de corrélation peuvent être affectées par certains paramètres (type de couvert et de sous-étage, saison, lumière, géométrie d'observation par satellite, etc.) (Okuda *et al.*, 2003), et, en général, doivent être établies pour chaque type de forêts. En outre, des indices de végétation (Indice de végétation par différence normalisée, NDVI, par exemple) ont aussi été utilisés pour l'estimation de la biomasse aérienne (voir Section 5.7.6 pour une présentation générale de ces indices).

On peut également utiliser des données de radar à ouverture synthétique (ROS) qui donnent des informations structurelles plutôt que spectrales sur la couverture terrestre étudiée. Pour certains types de forêts, la biomasse ligneuse peut être estimée avec une certaine exactitude à l'aide des relations entre la biomasse et l'intensité du radar (amplitude, rétrodiffusion) (Rauste *et al.*, 1994 ; Foody *et al.*, 1997 ; Luckman *et al.*, 1998 ; Saatchi *et al.*, 2000 ; Terhikki Manninen et Ulander, 2001) ou indirectement, par exemple en associant des hauteurs d'arbres obtenues par ROS et des relations allométriques obtenues sur place. Les données ROS peuvent être utilisées pour l'évaluation des variations incrémentielles relatives de la biomasse aérienne entre deux ou plusieurs points temporels, en particulier lorsque les variations sont pertinentes. Des séquences temporelles plutôt que des images monodate permettent d'établir les caractéristiques des tendances des variations et de minimiser les erreurs d'estimations.

L'emploi de capteurs optiques et ROS est plus problématique dans le cas d'une topographie accidentée et de superficies à couvert hétérogène. L'exactitude des données télédéteectées varie avec les caractéristiques géométriques et radiométriques des capteurs, y compris des modifications du calibrage du capteur dans le temps. Les données d'image utilisées devront être choisies selon l'échelle géographique de la zone étudiée et la résolution recherchée. Les spécifications (type de capteur, résolution spatiale, disponibilité, etc.) des divers capteurs de satellites sont répertoriées au Tableau 5.7.2, à la Section 5.7.6.

D'autres méthodes pour la vérification de la superficie et de la biomasse à l'aide de données d'images peuvent inclure :

- La photographie embarquée (pour la structure verticale du couvert forestier ; coûteuse en main d'œuvre) ;
- La profilométrie laser (LIDAR hauteur et structure du couvert ; exactitude non prouvée, expérimentale, coûteuse) ;
- La comparaison avec des cartes/données produites par des organismes indépendants utilisant la télédétection.

METHODE 5 : VERIFICATION A L'AIDE DE MODELES

Des modèles peuvent permettre de vérifier les estimations des bassins de carbone, les données d'activités et l'ensemble de l'inventaire. Normalement, ils ne sont pas utilisés pour la vérification de la classification des superficies terrestres. Pour des catégories d'utilisation des terres spécifiques aux termes de la CCNUCC et pour des activités prises en compte aux termes du Protocole de Kyoto, l'emploi de modèles peut être une option intéressante s'il n'est pas possible d'utiliser les mesures directes et la télédétection. Les coûts de modélisation peuvent varier considérablement, selon les applications spécifiques, la disponibilité des outils appropriés et la résolution requise. Les coûts de démarrage liés à la conception et au calibrage du modèle sont en général beaucoup plus élevés que les coûts d'exploitation. La vérification au moyen de modèles est complexe et exige une expertise technique considérable.

Deux méthodologies de modélisation très différentes peuvent servir à la vérification : les modèles ascendants et les modèles descendants. Avec les modèles ascendants, la mise à l'échelle s'effectue à partir de processus à l'échelle inférieure vers des niveaux d'agrégation supérieurs ; le processus est inversé dans les modèles descendants qui essaient de créer des processus à petite échelle à partir de mesures à grande échelle. Théoriquement, les deux méthodes peuvent être utilisées à des fins de vérification au niveau national ; toutefois, les modèles descendants sont plus appropriés pour une vérification à l'échelle continentale. Les modèles ascendants peuvent être utilisés depuis l'échelle du site/parcelle jusqu'à l'échelle régionale et nationale, voire continentale, si des données d'entrée sont disponibles.

Les modèles utilisés pour la vérification, comme ceux utilisés pour l'établissement des inventaires, doivent être bien documentés et avoir fait l'objet d'un examen par des tiers experts. Les paramètres d'entrée, les données, les fonctions et les hypothèses devront avoir été analysés, ou, en d'autres termes, validés. Le terme validation est utilisé ici au sens

généralement accepté d'essai suffisant de la performance d'un modèle, ce qui ne revient pas à dire que le modèle est la seule représentation réelle de la réalité (Oreskes *et al.*, 1994).

Comme les autres méthodes, les modèles ont des avantages et des inconvénients et il n'y a pas de « modèle parfait ». Il pourrait être utile d'utiliser un ensemble de modèles calibrés de façon identique pour prévenir les biais susceptibles d'être associés au choix des modèles (Alexandrov *et al.*, 2002). Des conseils d'experts sont souvent requis lors de l'utilisation de modèles à des fins de vérification.

Méthode 5a : Modélisation ascendante

Plusieurs types de modèles ascendants peuvent être utilisés à des fins de vérification :

Des modèles d'écosystèmes et de croissance peuvent simuler la croissance de la végétation et l'évolution du carbone sur des échelles temporelles assez longues. Ces modèles calculent la croissance de la biomasse et les flux de carbone, d'eau et d'azote, et peuvent donner des estimations de la production primaire brute (PPB)²⁶ et de la production primaire nette (PPN)²⁶ de carbone par superficie unitaire dans les forêts (Kramer *et al.*, 2002) et pour d'autres types de végétation. Ils peuvent aussi vérifier des estimations de Niveaux 1 et 2 de la biomasse et des flux, et calculer des « facteurs d'émissions » et/ou des paramètres spécifiques au pays pertinents pour les calculs de Niveau 2 (voir Tableau 5.7.1). Pour les forêts, fondamentalement, on peut utiliser deux types de modèles d'écosystèmes : les modèles axés sur la physiologie et la biochimie de l'écosystème, et les modèles fondés sur les inventaires forestiers. FOREST-BGC (Waring et Running, 1998), Biome-BGC (Running et Coughlan, 1988 ; Running et Hunt, 1993 ; Running, 1994) et des modèles fondés sur des inventaires (Kauppi *et al.*, 1992 ; Nabuurs *et al.*, 1997 ; Birdsey, 1996 ; Kurz et Apps, 1999) sont des exemples connus de ces deux catégories.

Une nouvelle génération de modèles du cycle de carbone terrestre a été développée récemment afin d'intégrer les effets de l'évolution du climat, de la chimie atmosphérique, et des taux de perturbation sur PPN, PNE²⁶ et PBN²⁶ (Landsberg et Waring, 1997 ; Chen *et al.*, 2000a ; Chen *et al.*, 2000b ; McGuire *et al.*, 2001, etc.). Ces modèles sont fondés sur les processus et utilisent des données spatiales télédéteectées (couverture terrestre, superficies brûlées, indice de surface foliaire, etc.) et des ensembles de données géo-référencées sur le climat, la chimie atmosphérique et l'inventaire des sols, pour la mise à l'échelle régionale ou nationale de données de sites (mesures des flux de l'écosystème, par exemple). Les données générées par ces modèles ne dépendent pas directement d'un inventaire forestier et peuvent servir à la comparaison de la comptabilisation du carbone basée sur les inventaires forestiers. Mais la capacité des modèles dans lesquels la représentation terrestre est basée sur la télédétection pour quantifier les variations des stocks de carbone dues aux changements d'affectation des terres à petite échelle (boisement, reboisement et déboisement, par exemple) est limitée par la résolution spatiale des données télédéteectées.

Si on utilise des modèles pour l'agrégation des résultats et pour l'acquisition de données sur les variations de la biomasse au niveau national, les modèles doivent être paramétrés correctement, en tenant compte des utilisations des terres existantes et de la couverture terrestre d'un pays. L'utilisation des résultats d'un modèle pour la vérification des données d'un inventaire forestier, par exemple, exigera au minimum la paramétrisation des principales espèces arborées.

Des modèles de régression ont été utilisés pour le calcul de PPN à partir de données météorologiques de base (modèles Chikugo, Uchijima et Seino, 1985). Des valeurs de PPN fournies par des modèles de régression ou fondés sur des processus permettent de vérifier des données de Niveaux 1 et 2 à grande échelle (voir Tableau 5.7.1).

Des méthodes de modélisation utilisant des Systèmes d'informations géographiques (SIG) qui intègrent des données de réalité de terrain donnent des valeurs plus exactes que les méthodes par télédétection. Des données basées sur SIG, comme la topographie, le couvert forestier et les caractéristiques structurelles telles que le climat, peuvent aussi être utilisées avec des modèles d'écosystèmes et de croissance pour obtenir des résultats spatialement explicites. De même, aux échelles continentales et globales, la modélisation SIG permet de vérifier des méthodologies de relevés terrestres (Mollicone *et al.*, 2003).

Méthode 5b : Modélisation descendante et méthodes à grande échelle

Des modèles descendants peuvent servir à la vérification des stocks de carbone et des variations des stocks à des échelles régionales ou globales. Ces méthodes ne s'appliquent pas facilement à des estimations au niveau national mais peuvent être utilisées pour un groupe de pays, de grandes régions ou des continents. Pour les pays très étendus, ou dont les caractéristiques permettent de différencier entre les mouvements des masses d'air intérieures ou extérieures au pays (Amérique du Nord, Zone boréale-Sibérie, Australie, Royaume-Uni, etc.), des méthodes à l'échelle régionale/continentale peuvent aussi être utiles à l'échelle nationale. Les modèles descendants peuvent fournir des seuils généraux pour les bilans de carbone sectoriels, mais ne sont pas appropriés pour la vérification

²⁶ PPB : Production primaire brute, fournie par la photosynthèse brute ; PPN : Production primaire nette, photosynthèse nette ou PPB moins respiration autotrophe (par la biomasse végétale vivante aérienne et souterraine) ; PNE : Production nette de l'écosystème, les émissions ou absorptions nettes de carbone (CO₂), ou PPN moins respiration hétérotrophe (décomposition des matières organiques des sols et du carbone organique des sols, animaux), lorsque PNE est mesurée par des techniques de flux définies correctement comme Échange Écosystème Net ; PBN : Production du Biome Nette, les émissions ou absorptions nettes de carbone à grande échelle (biome), qui tiennent compte des perturbations naturelles et anthropiques (feux, déracinements par le vent, récoltes, PBN = PNE - perturbations). PBN est le terme qui est finalement reflété dans le bilan carbone global (c'est-à-dire, l'atmosphère).

des bilans de carbone sectoriels, car ils ne peuvent pas différencier entre la contribution des émissions et absorptions par catégories d'utilisation des terres ou de pratiques de gestion—comme requis aux termes de la CCNUCC et du Protocole de Kyoto. De plus, la modélisation descendante inclut des émissions et absorptions par des catégories d'utilisation des terres qui ne font pas l'objet d'inventaires aux termes de la CCNUCC ou du Protocole de Kyoto (terres non gérées, etc.). Cependant, à de grandes échelles, en principe, des mesures atmosphériques des concentrations de gaz à effet de serre et de la composition isotopique devraient permettre de prouver si les mesures prises conformément à la CCNUCC et au Protocole de Kyoto seront efficaces en ce qui concerne la tendance des concentrations de gaz à effet de serre atmosphériques (Schulze *et al.*, 2002).

Des modèles inverses calculent les flux à partir de mesures de concentrations et de modèles de transferts atmosphériques. Ils permettent de déterminer les interactions du carbone à des échelles continentales ou globales mais peuvent difficilement différencier entre les contributions des catégories d'utilisation des terres ou des activités de gestion au bilan total. La mesure de la distribution spatiale et temporelle des concentrations de CO₂ permet de détecter les flux de carbone terrestres et océaniques. Les modèles inverses sont aussi utilisés pour calculer les flux de méthane et autres gaz à effet de serre.

L'intégration d'observations obtenues par dispositifs de mesure embarqués et l'utilisation de modèles de transferts au niveau régional dans l'analyse inverse peuvent améliorer les estimations, tout comme l'étude de données d'émissions/d'absorptions distribuées spatialement. L'application des techniques de modélisation inverse évolue en permanence et requiert une collaboration scientifique et un système de réseaux entre les pays. Ces estimations seront probablement indépendantes des données nationales et seront utiles pour la vérification générale au niveau régional ou continental (voir Gurney *et al.*, 2002, pour une comparaison de plusieurs résultats de modélisation inverse à l'échelle continentale).

Une autre méthode à grande échelle est celle des tours, situées sur le territoire national (tours de télévision, tours de transmissions, etc.), et utilisées pour les mesures des gradients de CO₂ (Bakwin *et al.*, 1995). Cette méthode peut être associée à la modélisation inverse pour le calcul des bilans d'émissions et d'absorptions régionaux/nationaux. Une fois établi, le système peut être automatisé et n'est pas très coûteux.

5.7.3 Recommandations en matière de vérification des inventaires UTCATF

Plusieurs éléments d'inventaire peuvent être identifiés par les organismes chargés des inventaires (ou par des groupes externes) à des fins de vérification, notamment les estimations d'émissions/d'absorptions, les données d'entrée, et les hypothèses. L'organisme chargé de l'inventaire peut utiliser les questions de l'Encadré 5.7.2 comme guide pour la création d'un plan de vérification.

ENCADRE 5.7.2
RECOMMANDATIONS POUR LE CHOIX DES ELEMENTS D'INVENTAIRE A VERIFIER ET DES METHODES DE VERIFICATION

Quels critères peut-on utiliser pour choisir les éléments d'inventaire à vérifier ?

Si une catégorie de source/puits est une « catégorie clé », elle devra être vérifiée en priorité. Cependant, les émissions et absorptions qui ne sont pas des « catégories clés » peuvent aussi être choisies à des fins de vérification, en particulier si elles sont pertinentes pour les politiques d'atténuation ou si leur incertitude est élevée. Si on prévoit des variations importantes pour un bassin pendant la période de notification d'inventaire, on devra lui prêter particulièrement attention.

Comment les éléments d'inventaire seront-ils vérifiés ?

Le choix de la méthode d'inventaire dépendra en grande partie de la pertinence/disponibilité de la méthode pour l'organisme chargé de l'inventaire ou les conditions spécifiques au pays. D'autres critères incluent, entre autres, le type de données à vérifier, l'échelle spatiale de la couverture de l'inventaire, la quantité et qualité des données à vérifier, et l'exactitude, la précision et le coût de la méthode elle-même. Les méthodes et critères pour le choix méthodologique sont présentés au Tableau 5.7.1 et décrits plus en détail à la Section 5.7.2.

Si un pays effectue une vérification interne de son inventaire, conformément aux *bonnes pratiques*, il devra s'assurer des points suivants :

- Une expertise indépendante suffisante est disponible ;
- Une documentation de la vérification est incluse dans le rapport d'inventaire national ;
- Une documentation sur l'évaluation de l'incertitude et les procédures AQ/CQ est incluse dans le rapport ;
- Les autres procédures de vérification nationales sont décrites ;
- Les méthodes de vérification mises en œuvre sont transparentes, rigoureuses et scientifiquement robustes ;
- Les résultats de la vérification sont raisonnables et bien expliqués ;

- Les calculs finals peuvent être raisonnablement associés aux données et hypothèses sous-jacentes.

La liste de vérification dans l'Encadré 5.7.3 répertorie certains outils qui peuvent être utilisés pour la vérification interne d'un inventaire, en particulier pour le secteur UTCATF. Un encadré spécifique est aussi fourni pour les points relatifs au Protocole de Kyoto (voir Section 5.7.4, Encadré 5.7.5).

ENCADRE 5.7.3
VERIFICATION D'UN INVENTAIRE POUR LE SECTEUR UTCATF DANS UN INVENTAIRE NATIONAL

A. Vérification :
L'inventaire du secteur UTCATF documente-t-il les données et les hypothèses utilisées pour l'estimation des émissions et absorptions pour toutes les catégories de source/puits du GIEC ?
Tous les bassins de carbone importants ont-ils été inclus dans l'inventaire ?
Si certaines catégories d'émissions/d'absorptions UTCATF ont été omises, le rapport explique-t-il pourquoi ?
Les émissions et absorptions sont-elles notifiées sous forme *positive* et *négative* respectivement ?
En ce qui concerne la superficie totale de l'inventaire du secteur UTCATF, les variations totales de l'utilisation des terres pour l'année d'inventaire sont-elles égales à zéro dans les limites de confiance ?
Les discontinuités des tendances entre l'année de référence et l'année finale sont-elles évaluées et expliquées ?

B. Comparaison des émissions et absorptions pour le secteur UTCATF :
Comparer l'inventaire du secteur UTCATF à des inventaires nationaux préparés indépendamment pour le **même** pays ou comparer des sous-ensembles régionaux de l'inventaire national à des inventaires établis indépendamment pour ces régions (Tableau 5.7.1, Méthode 1).
Comparer l'inventaire du secteur UTCATF à des inventaires nationaux pour un pays **différent**, mais similaire (Tableau 5.7.1, Méthode 1).
Comparer des données d'activités et/ou des facteurs d'émissions de l'inventaire du secteur UTCATF à des bases de données internationales indépendantes et/ou d'autres pays. Par exemple, comparer des facteurs d'expansion de la biomasse d'espèces similaires à des données pour des pays ayant des conditions forestières similaires (Tableau 5.7.1, Méthode 1).
Comparer l'inventaire du secteur UTCATF à des résultats calculés avec une méthodologie d'un autre niveau, y compris des valeurs par défaut (Tableau 5.7.1, Méthode 2).
Comparer l'inventaire du secteur UTCATF à des études et expériences approfondies (Tableau 5.7.1, Méthodologie 1-3).
Comparer les superficies terrestres et les stocks de biomasse utilisés dans l'inventaire à des données télédéteectées (Tableau 5.7.1, Méthode 4).
Comparer l'inventaire du secteur UTCATF à des modèles (Tableau 5.7.1, Méthode 5).

C. Comparaison des incertitudes :
Comparer les estimations d'incertitude à l'incertitude indiquée dans les publications.
Comparer les estimations d'incertitude à celles d'autres pays et aux valeurs par défaut du GIEC.

D. Mesures directes :
Effectuer des mesures directes (par exemple, inventaire forestier local, mesures détaillées de la croissance et/ou flux de gaz à effet de serre dans les écosystèmes, Tableau 5.7.1, Méthode 3).

Dans les limites des ressources disponibles, on s'efforcera de vérifier les informations fournies dans le rapport d'inventaire national, en particulier pour les catégories clés. Les méthodes de vérification figurant dans l'Encadré 5.7.3 peuvent être appliquées comme suit :

- Les vérifications au point A sont indispensables, et, en principe, devront avoir été faites dans le cadre du programme AQ/CQ.
- Conformément aux *bonnes pratiques*, on effectuera la vérification à l'aide, au minimum, d'une des méthodes répertoriées dans l'Encadré 5.7.3 au point B (voir Tableau 5.7.1 et Section 5.7.2 pour plus d'informations sur les méthodes applicables).
- En l'absence d'estimations indépendantes des émissions et absorptions de gaz à effet de serre par le secteur UTCATF, la vérification interne ou externe sera probablement limitée à l'examen des données et des méthodes (Smith, 2001). Dans ce cas, conformément aux *bonnes pratiques*, l'organisme chargé de l'inventaire effectuera ces vérifications et fournira une documentation suffisante dans son rapport d'inventaire national et autre document annexe facilitant la vérification externe.
- Les organismes chargés des inventaires, tout en tenant compte des circonstances spécifiques au pays et de la disponibilité des ressources, peuvent évaluer la combinaison correcte des méthodes pour vérifier leurs

inventaires UTCATF. Les méthodes 1, 2 et 3 peuvent permettre de vérifier plusieurs composants de l'inventaire. Les méthodes 1 et 2 peuvent être facilement mises en œuvre par un organisme disposant de ressources limitées ou moyennes. La télédétection est plus adaptée pour la vérification des superficies terrestres. Les mesures directes (point D dans l'Encadré 5.7.3) sont pertinentes, mais peuvent exiger beaucoup de ressources et, à grande échelle, les coûts peuvent être un obstacle. On peut utiliser des modèles lorsqu'il n'est pas possible d'utiliser les mesures directes et la télédétection.

5.7.4 Questions spécifiques liées au Protocole de Kyoto

En général, les mêmes méthodes que celles analysées à la Section 5.7.2 peuvent être utilisées pour vérifier un inventaire établi conformément à la CNUCC et pour la notification aux termes du Protocole de Kyoto. Bien que le coût des mesures des variations des stocks de carbone pour une superficie donnée augmente avec l'accroissement de la précision requise et de l'hétérogénéité du paysage, les mêmes principes de *bonnes pratiques* s'appliquent aux projets et inventaires nationaux.

L'organisme chargé de l'inventaire peut utiliser les questions de l'Encadré 5.7.4 lors de l'établissement d'un plan de vérification pour les informations supplémentaires requises aux termes des Articles 3.3 et 3.4 du Protocole de Kyoto.

ENCADRE 5.7.4

CONSEILS POUR LA VERIFICATION DES BASSINS DE CARBONE ET DES ACTIVITES

Quels bassins de carbone vérifier ?

Les *bonnes pratiques* consistent à axer la vérification sur les bassins de carbone qui devraient être les plus pertinents pour le Protocole de Kyoto, mais aussi sur les émissions de gaz à effet de serre sans CO₂. Les Accords de Marrakech répertorient les bassins suivants : biomasse aérienne et souterraine, litière, bois mort et carbone organique des sols. Comme indiqué dans les Accords de Marrakech, une Partie peut ne pas inclure certains bassins dans la notification, à condition de fournir une information vérifiable démontrant que le bassin n'a pas été une source de gaz à effet de serre pour des activités relevant de l'Article 3.3 et des activités prises en compte relevant de l'Article 3.4, ou pour des projets. Par conséquent, l'information requise est différente pour les bassins pris en compte (variations des bassins conformément aux recommandations des Chapitres 3 et 4) et non pris en compte (informations supplémentaires démontrant que ce ne sont pas des sources). Comme pour les inventaires UTCATF, si on prévoit des variations importantes pour un bassin pendant la période de notification d'inventaire, on devra lui prêter particulièrement attention.

Quelles activités vérifier ?

Selon les Accords de Marrakech, une Partie doit notifier des activités relevant de l'Article 3.3 et ne peut choisir que certaines activités relevant de l'Article 3.4 du Protocole de Kyoto. Pour toutes les activités obligatoires ou prises en compte, les éléments qui sont spécifiques à la notification aux termes du Protocole de Kyoto incluent : l'identification des superficies sur lesquelles ces activités ont eu lieu, la preuve que les activités ont eu lieu depuis le 1^{er} janvier 1990 et sont anthropiques, et l'établissement de l'année de référence « 1990 » (année de référence pour les activités de reboisement et année de référence pour la comptabilisation net net).

Une vérification spécifique liée aux estimations établies aux termes des Articles 3.3 et 3.4 du Protocole de Kyoto peut inclure :

- Pour les terres incluses dans une notification aux termes du Protocole de Kyoto, les *bonnes pratiques* consistent à vérifier ces terres à l'aide de données géographiques et statistiques telles que des données télédétections. Même si le géo-référencement n'était pas requis, il facilitera la vérification (Smith, 2001).
- La notification des émissions et absorptions de gaz à effet de serre de la plupart des activités relevant des Articles 3.3 et 3.4 exige une référence à des données pour 1990 ou antérieures à 1990 (classification des terres forestières/non forestières pour 1990, comptabilisation net net pour la gestion des terres cultivées, gestion des pâturages, restauration du couvert végétal, etc.). Dans certains cas, ces données peuvent ne pas être disponibles, ou leur fiabilité peut être limitée, et on peut utiliser des estimations, sous réserve des recommandations du Chapitre 4 Section 4.2.8.1. Dans ces cas, les *bonnes pratiques* consistent à vérifier la méthode d'estimation et les valeurs.

Les émissions et absorptions par les activités des projets peuvent être notifiées aux termes des Articles 6 et 12 du Protocole de Kyoto ; le Chapitre 4 du présent rapport répertorie des types de projets et suggère les informations qui devront peut-être être vérifiées pour chaque projet. Un grand nombre de méthodes présentées à la Section 5.7.2 sont utiles pour la vérification des projets, mais des règles supplémentaires sont en cours d'élaboration aux

termes du Protocole de Kyoto et des Accords de Marrakech²⁷. Cependant, la vérification des projets est généralement plus facile que la vérification au niveau national. Pour les projets, les limites, les bassins de carbone et les durées de vie sont des facteurs qui peuvent être bien établis et donc vérifiés. En général, les projets qui ont de bons plans de surveillance et de notification seront probablement les plus faciles à vérifier.

Comme pour les inventaires du secteur UTCATF, les organismes chargés des inventaires peuvent choisir la combinaison de méthodes appropriée pour vérifier les informations supplémentaires requises aux termes du Protocole de Kyoto, tout en tenant compte des circonstances spécifiques et de la disponibilité des ressources. La télédétection est la méthode la plus appropriée pour la vérification des superficies terrestres. Les mesures directes sont pertinentes, mais peuvent être coûteuses en ressources. On peut utiliser des modèles s'il n'est pas possible d'utiliser des mesures directes associées à la télédétection. Des vérifications propres au Protocole de Kyoto sont indiquées ci-dessous, dans l'Encadré 5.7.5.

ENCADRE 5.7.5
VERIFICATIONS POUR LE SECTEUR UTCATF AUX TERMES DU PROTOCOLE DE KYOTO

Vérifications :

Si une Partie notifie qu'une activité a eu lieu sur des terres forestières, la définition de « forêt » est-elle fournie et est-elle en accord avec les activités et unités de terres notifiées ? Des informations sur le couvert forestier et les hauteurs d'arbres sont-elles fournies ?

Les variations dans tous les bassins de carbone sont-elles notifiées (biomasse aérienne et souterraine, bois mort, litière, carbone organique des sols) ? Dans la négative, la raison et la documentation de l'omission de ce bassin sont-elles données ?

Spécifie-t-on des limites géographiques des superficies terrestres pour les activités relevant des Articles 3.3 et 3.4 ?

La superficie terrestre totale notifiée aux termes des articles 3.3 et 3.4 est-elle constante ou augmente-t-elle pour des périodes d'engagement ultérieures ou contiguës ?

Des informations sont-elles fournies pour démontrer que les activités prises en compte aux termes de l'Article 3.4 ont eu lieu depuis 1990 et sont anthropiques ?

Pour l'Article 3.3, des informations sont-elles fournies pour différencier le déboisement des récoltes (coupes à blanc) ou une perturbation suivie par une régénération forestière ?

Les vérifications répertoriées dans l'Encadré 5.7.5 sont indispensables, et, en principe, auront été effectuées dans le cadre de l'assurance et contrôle de la qualité (AQ/CQ). Outre ces vérifications spécifiques, on peut utiliser la liste de l'Encadré 5.7.3, des points B à D, pour identifier d'autres activités de vérification supplémentaires utiles.

5.7.5 Notification et documentation

Après vérification, conformément aux *bonnes pratiques*, les organismes chargés des inventaires indiqueront et documenteront les points suivants :

- Ce qui a été vérifié ;
- Les critères utilisés pour la sélection des priorités de la vérification ;
- Les méthodes de vérification, ainsi que les données pertinentes collectées ;
- Les limites méthodologiques identifiées ;
- Les comparaisons effectuées avec des inventaires et données indépendants, publications scientifiques, etc. ;
- Les observations d'examineurs externes, avec résumé des observations principales ;
- Les principales conclusions de la vérification ;
- Les mesures prises à la suite de la vérification ;
- Les recommandations pour l'amélioration de l'inventaire ou pour des recherches au niveau international à la lumière des conclusions.

²⁷ Le paragraphe fait référence à une vérification qui doit être examinée dans le cadre du présent chapitre (selon la définition de la Section 5.7.1). Conformément aux Accords de Marrakech, les projets doivent faire l'objet d'une « vérification » spécifique, comme défini dans le projet de décision -/CMP.1 (Article 6), -/CMP.1 (Article 12) et leurs annexes (FCCC/CP/2001/13/Add.2).

Les organismes sont aussi invités à fournir des informations sur les activités de vérification externes par d'autres organismes, dans la mesure où celles-ci sont pertinentes pour l'inventaire et si ces informations peuvent être facilement collectées et résumées.

Dans le cas de l'utilisation de modèles à des fins de vérification, les *bonnes pratiques* consistent à documenter complètement le processus de modélisation. On fournira également les sources des données d'entrée, une analyse du modèle et des hypothèses sur les données, et une description des procédures et de l'analyse. En raison du volume des données d'entrée, et du nombre de variables nécessaires pour un grand modèle type, la documentation peut être très fournie, technique et très longue. Conformément aux *bonnes pratiques*, on notifiera cette information de façon complète et transparente. L'information à inclure devra permettre à une partie tiers de comprendre complètement le processus de vérification, et, au besoin, de corroborer les résultats.

5.7.6 Informations détaillées pour les méthodes de vérification

COMPARAISONS AVEC DES PROGRAMMES ET ENSEMBLES DE DONNEES INTERNATIONAUX

Les liens présentés dans l'Encadré 5.7.6 pourront être utiles pour les organismes chargés des inventaires qui souhaitent comparer la totalité ou une partie d'un inventaire avec des ensembles de données provenant de programmes de surveillance et de recherches internationales. Naturellement, l'encadré ne répertorie pas tous les programmes qui existent, mais donne des informations pour certains programmes plus pertinents pour le secteur UTCATF.

ENCADRE 5.7.6

PROGRAMMES ET RESEAUX PERTINENTS POUR LE SECTEUR UTCATF

FLUXNET (Ameriflux, CarboEuroflux)

Réseau de mesures des flux des écosystèmes, principalement dans les peuplements forestiers mais également pour d'autres types d'utilisation des terres

Base de données commune, liens avec des études sur les écosystèmes

<http://www-eosdis.ornl.gov/FLUXNET/index.html>

CarboEurope (financé par la Commission Européenne)

Groupe de projets visant à étudier le bilan carbone en Europe à l'aide de diverses méthodologies (mesures des flux, études sur les écosystèmes, bilan régional et continental, modélisation inverse, modélisation d'écosystèmes)

<http://www.bgc-jena.mpg.de/public/carboeur/>

Programme International Geosphère-Biosphère (PIGB)

Ensembles de données sur la production primaire nette, coordination des recherches internationales, variation globale et écosystème terrestre, etc.

<http://www.igbp.kva.se/cgi-bin/php/frameset.php>

<http://www.gcte.org/>

Recherche écologique à long terme (forêts, prairies)

Réseau d'études écologiques sur les écosystèmes dans divers pays

<http://www.lternet.edu/>

FAO

Base de données des sites de recherches sur les écosystèmes terrestres (TEM), Système global d'observation terrestre (GTOS), Système mondial d'observation du climat (SMOC), Évaluations des ressources forestières (FRA)

<http://www.fao.org/>

Réseaux de surveillance :

PIC Forêts

Le Programme international concerté de l'Union européenne sur les forêts (UE/PIC Forêts) agit à deux niveaux, avec des protocoles et des méthodes normalisés dans trente-cinq pays. La grille systématique compte environ 6 000 points de Niveau I sur lesquels un nombre limité de relevés sont effectués, alors que la grille de surveillance intensive compte 860 parcelles de Niveau II dans les principaux types de forêts européennes, sur lesquels de nombreux relevés sont effectués.

<http://www.icp-forests.org/>

PIC/SI et EMEP

Le Programme de surveillance intégrée PIC multidisciplinaire (PIC/SI) et le Programme concerté de surveillance continue et d'évaluation du transport à longue distance des polluants atmosphériques en Europe (EMEP)

ENCADRE 5.7.6 (SUITE)**PROGRAMMES ET RESEAUX PERTINENTS POUR LE SECTEUR UTCATF**

Un composant de la stratégie de surveillance et d'évaluation des effets aux termes de la Convention de la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance (EMEP) de la Commission économique des Nations unies pour l'Europe (UNECE). Le programme EMEP comprend trois éléments majeurs : (1) collecte de données sur les émissions, (2) mesures de la qualité de l'air et des précipitations, et (3) modélisation du transport atmosphérique et des dépôts de la pollution atmosphérique.

http://www.vyh.fi/eng/intcoop/projects/icp_im/im.htm

<http://www.emep.int/>

Projet carbone mondial

Le Global Carbon Project est un projet du Partenariat scientifique sur le système terrestre du Programme International Geosphère-Biosphère (PIGB) du Programme mondial de recherches sur le climat (PMRC) et du Programme international de dimensions humaines (IHDP). Le but scientifique du Global Carbon Project est d'établir un bilan complet du cycle du carbone mondial, y compris ses dimensions biophysiques et humaines, et ses interactions et rétroactions.

<http://www.globalcarbonproject.org/>

Oak Ridge National Laboratory Distributed Active Archive Center (ORNL-DAAC)

Une source de données biogéochimiques et écologiques collectées sur le terrain par avions, par satellites ou générées par des modèles. L'échelle des données varie, depuis des données spécifiques au site jusqu'à des données mondiales, avec des durées variant entre des jours et des années. La ORNL Environmental Sciences Division (ESD) gère le ORNL-DAAC pour la dynamique biogéochimique dans le cadre du programme Earth Science Enterprise (ESE) de la National Aeronautics and Space Administration (NASA).

<http://www-eosdis.ornl.gov/>

TELEDETECTION**Capteurs de télédétection : Vue d'ensemble**

Des données optiques satellite, sur une grande plage de résolution (depuis une résolution grossière jusqu'à une haute résolution), sont fournies à l'échelle globale par NOAA AVHRR, SPOT Vegetation, ERS/ATSR, MODIS, Envisat MERIS, Landsat TM/ETM et d'autres capteurs. Les nouveaux radars multi-fréquence/polarisation, récemment utilisés pour des missions NASA AIRSAR, sont aussi très utiles pour la classification de la végétation. Ces capteurs réagissent aux caractéristiques structurelles de la végétation et constituent une excellente source de données supplémentaires pour la télédétection optique. Ce type de données radar deviendra plus fréquent grâce à Envisat ASAR et au lancement de RadarSat 2. L'exactitude des données télédétectées varie suivant les caractéristiques géométriques et radiométriques des capteurs. Les spécifications (type de capteur, résolution spatiale, disponibilité etc.) des capteurs satellite sont répertoriées au Tableau 5.7.2 ; on peut obtenir d'autres informations en consultant <http://idisk.mac.com/alexandreleroux/Public/agisrs/arsist.html>. Les données images utilisées devront être choisies selon l'échelle géographique, la superficie observée et la résolution requise. Le problème des limites de la télédétection dans les zones à couverture nuageuse persistante (données optiques et radar, etc.) peut être résolu par l'utilisation de différents types de capteurs.

Utilisation de la télédétection pour obtenir des paramètres sur la végétation

On sait que la production primaire nette (PPN) est corrélée positivement au rayonnement photosynthétiquement actif (RPA), qui peut aussi être estimé à l'aide de l'Indice de végétation par différence normalisée (NDVI) et du rayonnement solaire.

La relation fonctionnelle entre les données optiques télédétectées (y compris des indices tels que NDVI) et les stocks de carbone est le fait que l'albédo du couvert forestier est lié à l'indice foliaire (LAI), lui-même même étroitement lié à la biomasse ligneuse et à PPN (Gholz, 1982 ; Waring, 1983). Selon une autre interprétation de ce lien, l'albédo est lié à la fraction de rayonnement photosynthétiquement actif absorbée (fRPAA), qui, sur de longues périodes, est corrélée linéairement à PPN (Monteith, 1977 ; Landsberg et Waring, 1997). NDVI est utilisé fréquemment pour estimer LAI et fRPAA à partir de données télédétectées.

Le NDVI et le rayonnement solaire, déterminés par télédétection et données de mesures météorologiques et SIG, peuvent être utilisés pour des estimations à grande échelle (régionales à globales). NDVI a été utilisé pour estimer la durée de la saison de croissance, un paramètre qui, semble-t-il, est étroitement lié à l'échange net de l'écosystème (NEE, le puits de carbone net) mesuré par les flux dans l'écosystème, en particulier dans les forêts caducifoliées (Baldocchi *et al.*, 2001). Cependant, avec cette méthode, on doit être conscient que des différences à petite échelle sont difficiles à traiter et que NDVI ne couvre pas totalement les phases successives de la croissance (processus de régénération, etc.). De plus, la plupart des paramètres sur l'écosystème obtenus par corrélation avec NDVI seront probablement spécifiques aux espèces et/ou aux biomes. Outre LAI ou fRPAA du

couvert, d'autres facteurs influent sur NDVI, et le lien a tendance à saturer à des valeurs de LAI supérieures à environ $3 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$ (Moreau et Li, 1996 ; Carlson et Ripley, 1997 ; Gemmell et McDonald, 2000), bien que, pour les couverts de conifères, la saturation ne se produit pas pour LAI avant $10 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$ (Chen *et al.*, 2002). En raison de la saturation, on a observé que la valeur de NDVI obtenue par images LANDSAT était mal corrélée aux variables de la structure du peuplement ou de la biomasse aérienne totale dans les peuplements forestiers tropicaux. En général, les méthodes basées sur NDVI pour l'estimation de LAI ou fRPAA seront une fonction de l'albédo des sols, du couvert partiel, du type de biome, et des conditions d'éclairement lumineux/d'observation. Ces facteurs sont à l'origine d'importantes variations pour les équations utilisées pour estimer LAI (ou fRPAA) à partir de NDVI (Moreau et Li 1996), et les utilisateurs devront en tenir compte lors du choix ou de l'établissement d'équations. Si des indices spectraux servent de base à une relation avec LAI ou fRPAA, on devra envisager d'utiliser un indice moins affecté par des variations de paramètres tels que l'albédo des sols (Kaufman et Tanré, 1992 ; Huete *et al.*, 1997). L'indice de végétation amélioré (EVI) est peut-être l'outil le plus prometteur, il s'utilise facilement avec la plupart des capteurs et est corrélé linéairement à fRPAA (Huete *et al.*, 1997 ; Gobron *et al.*, 2000). Pour les ensembles de données pour lesquels des pixels de 1 km sont suffisants, on peut utiliser les données MODIS ou MERIS fRPAA et MODIS LAI. Les logiciels disponibles actuellement permettent d'obtenir des valeurs fRPAA de haute qualité (Gobron *et al.*, 2000) à partir de données obtenues avec des capteurs SeaWiFS, MERIS, VEGETATION, ou GLI.

On peut aussi estimer la biomasse aérienne par télédétection LIDAR, qui mesure simultanément la surface et la hauteur du couvert forestier, par impulsions laser avec des longueurs d'ondes qui sont réfléchies sur la surface du couvert, puis traversent les arbres et sont réfléchies sur les sols. Cependant, en raison du petit diamètre des faisceaux laser, la cartographie de surfaces étendues requiert un grand nombre de vols de reconnaissance (Dubayah et Drake, 2000). Le capteur Laser Vegetation Imaging Sensor (LVIS), associé à des instruments à bord d'avions ou de satellites, tels que Vegetation Canopy LIDAR pour superficies au sol étendues, pourra peut-être résoudre ce problème (Blair *et al.*, 1999 ; Means *et al.*, 1999 ; Dubayah et Drake, 2000). On peut aussi estimer la structure de la végétation par données optiques satellite en utilisant la propriété de réflexion bidirectionnelle basée sur la Géométrie Soleil-Cible-Capteur.

Utilisation de la télédétection pour la détection des feux et des superficies brûlées

La télédétection est aussi utilisée fréquemment pour la détection des feux de forêts. Les exemples de détection de feux de forêts ou de cicatrices de feux, à diverses échelles, vont de la détection de dommages de 1 ha sur une base nationale à l'aide de Landsat TM (ITALSCAR, 2003 : Cartographie des forêts brûlées régionales en Italie, <http://www.esa.int/dup>) ou pour les États membres de l'Union européenne (<http://natural-hazards.jrc.it/fires/>), l'utilisation de ERS SAR en Indonésie (Page *et al.*, 2002), jusqu'à la détection mondiale des feux actifs (ATSR Atlas des feux mondiaux, 2003, <http://earth.esa.int/ionia/FIRE/>), des cicatrices de feux (GLOBSCAR, 2003 Cartographie mondiale des forêts brûlées, <http://earth.esa.int/ionia/FIRE/> ; GLOBCARBON, 2003 : Produits terrestres mondiaux pour l'assimilation des modèles de carbone, <http://www.esa.int/dup>) et des superficies brûlées (Global Burnt Area 2000, http://www.gvm.sai.jrc.it/fire/gba2000_website/index.htm). A titre d'exemple, une étude récente basée sur la télédétection a estimé la superficie totale déboisée due aux feux dans les zones tropicales humides entre 1990 et 1997, et est parvenue à un chiffre différent de celui des statistiques de la FAO, qui utilise des données sur le déboisement notifiées par des pays et des experts (Achard *et al.*, 2002).

TABLEAU 5.7.2 CARACTERISTIQUES DE CERTAINES DES PRINCIPALES PLATE-FORMES DE TELEDETECTION

Satellite	Nom du capteur	Pays (Opération)	Résolution spatiale	Fauchée (km)	Type et échelle du capteur		Information spectrale				Disponibilité des données (période d'acquisition)			
					Type	Échelle	VNIR	SWIR	TIR	SAR	1980 - 1990	1990 - 1999	2000 - 2007	2008 - 2012
NOAA (POES)	AVHRR	États-Unis	1100	2700	O	Co-G	M	S	M	-	D	D	D	D
SPOT	Vegetation	UE	1150	2250	O	Co-G	M	S		-		PD	PD	PED
ADEOS-II	GLI	Japon	250, 1000	1600	O	Co-G	M	M	M	-			PD	PED
Terra/Aqua	MODIS	États-Unis	250, 500, 1000	2330	O	Co-G	M	M	M	-			D	PD
Terra	MISR	États-Unis	275, 550, 1000	360	O	Co-G	M			-			PD	
ERS-1/2	ATSR-1/2	Europe	1000	500	O	Co-G	M	M	M			PD	A	PED
Envisat	AATSR	Europe	1000	500	O	Co-G	M	M	M				PD	PED
NPOESS	VIRS	États-Unis	400	3000	O	Co-G	M	M	M	-				D
Envisat	MERIS	Europe	300 (Terre)	1150	O	Co-G	M	M		-			PD	PED
Landsat	MSS	États-Unis	80	185	O	R	M			-	D	D		
Landsat	TM	États-Unis	30, 120	185	O	R	M	M	S	-	PD	D	PD	
Landsat	ETM+	États-Unis	15, 30, 60	185	O	R	M	M	S	-			D	D
SPOT	HRV/HRVIR/HRG	France	(2,5), 10, 20	60	O	R	M	(S)		-	PD	D	D	
Terra	ASTER	Japon/États-Unis	15, 30, 90	60	O	R	M	M	M	-			D	
IRS-1C/D	PAN/LISS-3	Inde	6 / 23	70 / 141	O	R	M	S		-		PD	PD	
JERS-1	OPS (VNIR)	Japon	18*24	75	O	R	M					PD		
ALOS	AVNIR-2	Japon	10	70	O	R	M			-			PD	D
ALOS	PRISM	Japon	2,5	35/70	O	R	S			-			PD	PED
IKONOS	Pan/Multi	États-Unis	0,82 / 3,3	11	O	R	M			-			D	PED
Orbview-3	Pan/Multi	États-Unis	0,82/ 3,3	8	O	R	M			-			PD	PED
QuickBird	Pan/Multi	États-Unis	0,61 / 2,5	17	O	R	M			-			PD	PED
EO-1	ALI	États-Unis	10, 30	185	O	R	M	M		-			PD	
EO-1	Hyperion	États-Unis	30	7.5	O	R	H	H		-			PD	
JERS-1	SAR	Japon	18	75	S	R	-	-	-	L		PD		
ALOS	PALSAR	Japon	10, 100	70, 250-350	S	R	-	-	-	L			PD	PED
ERS-1/2	AMI	Europe	30	100	S	R	-	-	-	C		PD	PD	PED
Envisat	ASAR	Europe	30, 100, 150	100, 400	S	R	-	-	-	C			PD	PED
Radarsat-1/2	SAR	Canada	(3, 8), 10, 30	(20), 50, 100	S	R	-	-	-	C		PD	D	PED
TerraSAR	SAR	Allemagne	1-3, 3-15	10, 40-60	S	R	-	-	-	X/L			PD	PED
LIDAR														
VCL	VCL	États-Unis	25	8	L	R	S			-			PD	PED

O : optique ; S : radar à synthèse d'ouverture ; L : LIDAR ; Co : continental ; G : global ; R : régional ; S : bande simple ; M : bande multiple ; H : hyper-bande. D : Disponible pour toute la période ; PD : disponible pour une partie de la période ; PED : peut-être disponible pendant la période

Références

INTRODUCTION

Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). (2000). Penman J., Kruger D., Galbally I., Hiraishi T., Nyenzi B., Emmanuel S., Buendia L., Hoppaus R., Martinsen T., Meijer J., Miwa K., et Tanabe K. (éds). *Recommandations du GIEC en matière de bonnes pratiques et de gestion des incertitudes pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre*. GIEC/OCDE/AIE/IGES, Hayama, Japon.

IDENTIFICATION ET QUANTIFICATION DES INCERTITUDES

Cullen A.C. et Frey H.C. (1999). *Probabilistic Techniques in Exposure and Risk Assessment : a Handbook for Dealing with Variability and Uncertainty in Models and Inputs*. Plenum Press, New York.

Eggleston H.S., Charles D., Jones B.M.R., Salway A.G., et Milne R. (1998). *Treatment of uncertainties for national greenhouse gas emissions*. Rapport AEAT 2688-1 pour DETR Global Atmosphere Division, AEA Technology, Culham, Royaume-Uni.

Fishman G.S. (1996). *Monte Carlo : concepts, algorithms, and applications*. Springer-Verlag, New York.

Frey H.C. et Burmaster D.E. (1999). Method for characterization of variability and uncertainty : comparison of bootstrap simulation and likelihood-based approaches. *Risk Analysis*, 19 : pp. 109-129.

Frey H.C. et Rhodes D.S. (1996). Characterizing, simulating, and analyzing variability and uncertainty : an illustration of methods using an air toxics emissions example. *Human and Ecological Risk Assessment*, 2 : pp. 762-797.

Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). (1997). Houghton J.T., Meira Filho L.G., Lim B., Tréanton K., Mamaty I., Bonduki Y., Griggs D.J., et Callander B.A. (éds). *Lignes directrices du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre, version révisée 1996*. GIEC/OCDE/AIE, Paris, France.

Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). (2000). Penman J., Kruger D., Galbally I., Hiraishi T., Nyenzi B., Emmanuel S., Buendia L., Hoppaus R., Martinsen T., Meijer J., Miwa K., et Tanabe K. (éds). *Recommandations du GIEC en matière de bonnes pratiques et de gestion des incertitudes pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre*. GIEC/OCDE/AIE/IGES, Hayama, Japon.

Lehtonen A., Mäkipää R., Heikkinen J., Sievänen R., et Liski J. (2004). Biomass expansion factors (BEF) for Scots pine, Norway spruce and birch according to stand age for boreal forest. *Forest Ecology and Management*, 188 : pp. 211-224

Morgan M.G. et Henrion M. (1990). *Uncertainty : A Guide to Dealing with Uncertainty in Quantitative Risk and Policy Analysis*, Cambridge University Press, New York.

Ogle S.M., Eve M.D., Breidt F.J., et Paustian K. (2003). Uncertainty in estimating land use and management impacts on soil organic carbon storage for U.S. agroecosystems between 1982 and 1997. *Global Change Biology*, 9 : pp. 1521-1542

Oreskes N., Shrader-Frechette K., et Belitz K. (1994). Verification, Validation, and Confirmation of Numerical Models in the Earth Sciences. *Science*, 263 : pp.641-646.

Rypdal K. et Winiwarter W. (2001). Uncertainties in GHG emission inventories. *Environmental Policy and Science*, 4(2-3) : pp. 107-116.

Winiwarter W. et Rypdal K. (2000). Uncertainties in the Austrian GHG emission inventory. *Atmospheric Environment*, 35/32 : pp. 5425-5440.

ECHANTILLONNAGE

Cochran W.G. (1977). *Sampling techniques*. John Wiley & Sons, New York.

Dees M., Koch B., et Pelz D.R. (1998). Integrating satellite based forest mapping with Landsat TM in a concept of a large scale forest information system. *PFG*, 4/1998 : pp. 209-220.

De Vries P.G. (1986). *Sampling theory for forest inventory*. Springer-Verlag, New York.

- Gertner G. et Köhl M. (1992). An assessment of some nonsampling errors in a national survey using an error budget. *Forest Science*, 38(3) : pp. 525-538.
- Köhl M., Scott C.T., et Zingg A. (1995). Evaluation of Permanent Sample Surveys for Growth and Yield Studies. *Forest Ecology and Management*, 71(3) : pp. 187-194.
- Lund G.H. (éd.). (1998). *IUFRO Guidelines for designing multipurpose resource inventories*. IUFRO World Service Volume 8. International Union of Forest Research Organizations. Vienne, Autriche.
- Raj D. (1968). *Sampling theory*. McGraw-Hill.
- Reed D.D. et Mroz G.D. (1997). *Resource assessment in forested landscapes*. John Wiley & Sons, New York. p. 386.
- Särndal C.-E., Swensson B., et Wretman J. (1992). *Model assisted survey sampling*. Springer, New York.
- Schreuder H.T., Grégoire T.G., et Wood G.B. (1993). *Sampling Methods for Multiresource Forest Inventory*. John Wiley & Sons, New York.
- Scott C.T. et Köhl M. (1994). Sampling with partial replacement and stratification. *Forest Science*, 40(1) : pp. 30-46.
- Thompson S.K. (1992). *Sampling*. John Wiley & Sons, New York.

CHOIX METHODOLOGIQUE – IDENTIFICATION DES CATEGORIES CLES

- Cullen A.C. et Frey H.C. (1999). *Probabilistic Techniques in Exposure Assessment, A Handbook for Dealing with Variability and Uncertainty in Models and Inputs*. ISBN 0-306-45957-4. Plenum Press. New York et Londres.
- Flugsrud K., Irving W., et Rypdal K. (1999). *Methodological Choice in Inventory Preparation. Suggestion for Good Practice Guidance*. Documents 1999/19. Statistics Norway.
- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). (1997). Houghton J.T., Meira Filho L.G., Lim B., Tréanton K., Mamaty I., Bonduki Y., Griggs D.J., et Callander B.A. (éds). *Lignes directrices du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre, version révisée 1996*. GIEC/OCDE/AIE, Paris, France.
- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). (2000). Penman J., Kruger D., Galbally I., Hiraishi T., Nyenzi B., Emmanuel S., Buendia L., Hoppaus R., Martinsen T., Meijer J., Miwa K., et Tanabe K. (éds). *Recommandations du GIEC en matière de bonnes pratiques et de gestion des incertitudes pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre*. GIEC/OCDE/AIE/IGES, Hayama, Japon.
- Morgan M.G. et Henrion M. (1990). *Uncertainty : A Guide to Dealing with Uncertainty in Quantitative Risk and Policy Analysis*. Cambridge University Press, New York.
- Rypdal K. et Flugsrud K. (2001). Sensitivity Analysis as a Tool for Systematic Reductions in GHG Inventory Uncertainties. *Environmental Policy and Science*, 4 (2-3) : pp. 117-135.

ASSURANCE DE LA QUALITE ET CONTROLE DE LA QUALITE

- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). (1997). Houghton J.T., Meira Filho L.G., Lim B., Tréanton K., Mamaty I., Bonduki Y., Griggs D.J., et Callander B.A. (éds). *Lignes directrices du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre, version révisée 1996*. GIEC/OCDE/AIE, Paris, France.
- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). (2000). Penman J., Kruger D., Galbally I., Hiraishi T., Nyenzi B., Emmanuel S., Buendia L., Hoppaus R., Martinsen T., Meijer J., Miwa K., et Tanabe K. (éds). *Recommandations du GIEC en matière de bonnes pratiques et de gestion des incertitudes pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre*. GIEC/OCDE/AIE/IGES, Hayama, Japon.

COHERENCE DES SERIES TEMPORELLES ET RECALCULS

- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). (2000). Penman J., Kruger D., Galbally I., Hiraishi T., Nyenzi B., Emmanuel S., Buendia L., Hoppaus R., Martinsen T., Meijer J., Miwa K., et

Tanabe K. (éd.). *Recommandations du GIEC en matière de bonnes pratiques et de gestion des incertitudes pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre*. GIEC/OCDE/AIE/IGES, Hayama, Japon.

VERIFICATION

- Achard F., Eva H.D., Stibig H.J., Mayaux P., Gallego J., Richards T., et Malingreau J.-P. (2002). Determination of deforestation rates of the world's humid tropical forests. *Science*, 297 : pp. 999-1002.
- Alexandrov G.A., Oikawa T., et Yamagata Y. (2002b). The scheme for globalization of a process-based model explaining gradations in terrestrial NPP and its application, *Ecological Modelling*, 148 : pp. 293-306.
- Aubinet M., Grelle A., Ibrom A., Rannik U., Moncrieff J., Foken T., Kowalski A.S., Martin P.H., Berbigier P., Bernhofer C., Clement R., Elbers J., Granier A., Grünwald T., Morgenstern K., Pilegaard K., Rebmann C., Snijders C.W., Valentini R., et Vesala T. (2000). Estimates of the annual net carbon and water exchange of forests : the EUROFLUX methodology. *Advances in Ecological Research*, 30 : pp. 113-175.
- Baldocchi D., Falge E., Gu L., Olson R., Hollinger D., Running S., Anthoni P., Bernhofer C., Davis K., Evans R., Fuentes J., Goldstein A., Katul G., Law B., Lee X., Malhi Y., Meyers T., Munger W., Oechel W., Paw T., Pilegaard K., Schmid H.P., Valentini R., Verma S., Vesala T., Wilson K., et Wofsy S. (2001). FLUXNET : A New Tool to Study the Temporal and Spatial Variability of Ecosystem-Scale Carbon Dioxide, Water Vapor, and Energy Flux Densities. *Bull. Amer. Met. Soc.*, 82 (11) : pp. 2415-2434.
- Bakwin P., Tans P., Ussler W. III, et Quesnell E. (1995). Measurements of carbon dioxide on a very tall tower. *Tellus 47B* : pp. 535-549.
- Birdsey R.A. (1996). Carbon storage for major forest types and regions in the conterminous United States. Dans : Sampson R.N. et Hair D. (éds). *Forests and Global Change, Vol. 2 : Forest Management Opportunities for Mitigating Carbon Emission American Forests*, Washington D.C., États-Unis, pp. 1-25.
- Blair J.B., Rabine D.L., et Hofton M.A. (1999). The Laser Vegetation Imaging Sensor : a medium-altitude, digitization only, airborne laser altimeter for mapping vegetation. *ISPRS J. Photogrammetric & Remote Sensing*, 54 : pp. 115-122.
- Butterbach-Bahl K., Breuer L., Gasche R., Willibald G., et Papen H. (2002). Exchange of trace gases between soils and the atmosphere in Scots pine forest ecosystems of the northeastern German lowlands 1. Fluxes of N₂O, NO/NO₂ and CH₄ at forest sites with different N-deposition. *Forest Ecology and Management*, 167 : pp. 123-134.
- Butterbach-Bahl K. et Papen H. (2002). Four years continuous record of CH₄-exchange between the atmosphere and untreated and limed soil of a N-saturated spruce and forest ecosystem in Germany. *Plant and Soil*, 240 : pp. 77-90.
- Carlson T.N. et Ripley D.A. (1997). On the relation between NDVI, fractional vegetation cover, and leaf area index. *Remote Sensing of Environment*, 62 : pp.241-252.
- Chen W., Chen J.M., Liu J., et Cihlar J. (2000a). Approaches for reducing uncertainties in regional forest carbon balance. *Global Biogeochemical Cycles*, 14(3) : pp. 827-838.
- Chen W., Chen J.M., et Cihlar J. (2000b). An integrated terrestrial carbon-budget model based on changes in disturbance, climate, and atmospheric chemistry. *Ecol. Modelling*, 135 : 55-79.
- Chen, J.M., Pavlic G., Brown L., Cihlar J., Leblanc S.G., White H.P., Hall R.J., Peddle D., King D.J., Trofymow J.A., Swift E., Van der Sanden J., et Pellikka P. (2002). Validation of Canada-wide leaf area index maps using ground measurements and high and moderate resolution satellite imagery. *Remote Sensing of Environment*, 80 : pp. 165-184.
- Dubayah R.O. et Drake J.B. (2000). Lidar remote sensing for forestry. *J. Forestry*. 98 : pp. 44-46.
- Foody C.M., Green R.M., Lucas R.M., Curran P.J., Honzak M., et Do Amaral I. (1997). Observations on the relationship between SIR-C radar backscatter and the biomass of regenerating tropical forests. *Int. J. Remote Sens.*, 18 : pp. 687-694.
- Gemmell F. et McDonald A.J. (2000). View zenith angle effects on the forest information content of three spectral indices. *Remote Sensing of Environment*, 72 : pp. 139-158.
- Gholz H.L. (1982). Environmental limits on aboveground net primary production, leaf area and biomass in vegetation zones of the Pacific Northwest. *Ecology*, 63 : pp. 469-481.

- Gobron N., Pinty B., Verstraete M.M., et Widlowski J.-L. (2000). Advanced vegetation indices optimised for upcoming sensors : design, performance, and applications. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 38 : pp. 2489–2505.
- Gurney K.R., Law R.M., Scott Denning A., Rayner P.J., Baker D., Bousquet P., Bruhwiler L., Chen Yu-Han, Ciais P., Fan S., Fung I.Y., Gloor M., Heimann M., Higuchi K., John J., Maki T., Maksyutov S., Masariek K., Peylin P., Prather M., Pukk B.C., Randerson J., Sarmiento J., Taguchi S., Takahashi T., et Yuen C.-W. (2002). Towards robust regional estimates of CO₂ sources and sinks using atmospheric transport models. *Nature*, 415 : pp. 626-630.
- Huete A.R., Liu H.Q., Batchily K., et van Leeuwen W. (1997). A comparison of vegetation indices over a global set of TM images for EOS-MODIS. *Remote Sensing of Environment*, 59 : pp. 440–451.
- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). (2000). Penman J., Kruger D., Galbally I., Hiraishi T., Nyenzi B., Emmanuel S., Buendia L., Hoppaus R., Martinsen T., Meijer J., Miwa K., et Tanabe K. (éds). *Recommandations du GIEC en matière de bonnes pratiques et de gestion des incertitudes pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre*. GIEC/OCDE/AIE/IGES, Hayama, Japon.
- Janssens I.A., Lankreijer H., Matteucci G., Kowalski A.S., Buchmann N., Epron D., Pilegaard K., Kutsch W., Longdoz B., Grünwald T., Montagnani L., Dore S., Rebmann C., Moors E.J., Grelle A., Rannik Ü., Morgenstern K., Oltchev S., Clement R., Guðmundsson J., Minerbi S., Berbigier P., Ibrom A., Moncrieff J., Aubinet M., Bernhofer C., Jensen N.O., Vesala T., Granier A., Schulze E.-D., Lindroth A., Dolman A.J., Jarvis P.G., Ceulemans R., et Valentini R. (2001). Productivity overshadows temperature in determining soil and ecosystem respiration across European forests. *Global Change Biology*, 7 : pp. 269-278.
- Kaufman Y.J. et Tanré D. (1992). Atmospherically-resistant vegetation index (ARVI) for EOS-MODIS. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 30 : pp. 261–270.
- Kauppi P.E., Mielikäinen K., et Kuusela K. (1992). Biomass and carbon budget of European forests, 1971 to 1990. *Science*, 256 : pp. 70-74.
- Körner C. (2003). Slow in, rapid out : Carbon flux studies and Kyoto targets. *Science*, 300 : pp. 1242-1243.
- Kramer K., Leinonen I., Bartelink H.H., Berbigier P., Borghetti M., Bernhofer C., Cienciala E., Dolman A.J., Froer O., Gracia C.A., Granier A., Grünwald T., Hari P., Jans W., Kellomäki S., Loustau D., Magnani F., Markkanen T., Matteucci G., Mohren G.M.J, Moors E., Nissinen A., Peltola H., Sabaté S., Sánchez A., Sontag M., Valentini R., et Vesala T. (2002). Evaluation of 6 process-based forest growth models based on eddy-covariance measurements of CO₂ and H₂O fluxes at 6 forest sites in Europe. *Global Change Biology*, 8 : pp. 213-230.
- Kurz W. et Apps M. (1999). A 70-year retrospective analysis of carbon fluxes in the Canadian forest sector. *Ecological Applications*, 9(2) : pp. 526-547.
- Landsberg J.J. et Waring R.H. (1997). A generalised model of forest productivity using simplified concepts of radiation-use efficiency, carbon balance, and partitioning. *Forest Ecology and Management*, 95 : pp. 209–228.
- Luckman A., Baker J., Honzák M., et Lucas R. (1998). Tropical forest biomass density estimation using JERS-1 SAR : Seasonal variation, confidence limits, and application to image mosaics. *Remote Sens. Environ.*, 63 : pp. 126–139.
- McGuire A.D., Sitch S., Clein J.S., Dargaville R., Esser G., Foley J., Heimann M., Joos F., Kaplan J., Kicklighter D.W., Meier R.A., Melillo J.M., Moore B. III, Prentice I.C., Ramankutty N., Reichenau T., Schloss A., Tian H., Williams L.J., et Wittenberg U. (2001). Carbon balance of the terrestrial biosphere in the twentieth century : Analyses of CO₂, climate and land-use effects with four process-based ecosystem models. *Global Biogeochemical Cycles*, 15 : pp. 183-206.
- Means J.E., Acker S.A., Harding D.J., Blair J.B., Lefsky M.A., Cohen W.B., Harmon M.E., et Mckee W.A. (1999). Use of large-footprint scanning airborne lidar to estimate forest stand characteristics in the Western Cascades of Oregon. *Remote Sens. Environ.*, 67 : pp. 298–308.
- Mollicone D., Matteucci G., Koble R., Masci A., Chiesi M., et Smits P.C. (2003). A model based approach for the estimation of carbon sink in European forest. Dans : Valentini R. (éd.) *Fluxes of carbon, water and energy of European forests*. Ecological Studies, Vol. 163. Springer-Verlag, Berlin, pp.179-206.
- Monteith J.L. (1977). Climate and the efficiency of crop production in Britain. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, Série B, 281 : pp. 277–294.
- Moreau L. et Li Z. (1996). A new approach for remote sensing of canopy absorbed photosynthetically active radiation. II : Proportion of canopy absorption. *Remote Sensing of Environment*, 55 : pp.192–204.

- Nabuurs G.J., Pavinien R., Sikkema R., et Mohren G.M.J. (1997). The role of European forests in the global carbon cycle – a review. *Biomass and Bioenergy*, 13 : pp. 345-358.
- Nilsson S., Jonas M., Obersteiner M., et Victor D.G. (2001). Verification : the gorilla in the struggle to slow global warming. *The Forestry Chronicle* 77(3) : pp. 475-478.
- Okuda T. et Nakane K. (1988). Application of Landsat MSS data to the vegetation classification—a case study of the northwestern part of Fukuoka prefecture, Japan. *Jpn. J. Ecol.*, 38 : pp. 85–97.
- Okuda T., Suzuki M., Adachi N., Yoshida K., Niiyama K., Nur Supardi M.N., Manokaran N., et Mazlan H. (2003). Logging history and its impact on forest structure and species composition in the Pasoh Forest Reserve—Implication for the sustainable management of natural resources and landscapes. Dans : Okuda T., Niiyama K., Thomas S.C., et Ashton P.S. (éds). *Pasoh : Ecology of a Rainforest in South East Asia*, Springer, Tokyo, pp. 15-34.
- Oreskes N., Shrader-Frechette K., et Belitz K. (1994). Verification, Validation, and Confirmation of Numerical Models in the Earth Sciences.. *Science*, 263 : pp. 641-646.
- Page S.E., Siegert F., Rieley J.O., Boehm H.-D.V., Jaya A., et Limin S. (2002). The amount of carbon released from peat and forest fires in Indonesia during 1997. *Nature*, 420 : pp. 61-65.
- Rauste Y., Häme T., Pulliainen J., Heiska K., et Hallikainen M. (1994). Radar-based forest biomass estimation. *Int. Jour. Remote Sensing*, 15(14) : pp. 2797-2808.
- Running S.W. (1994). Testing FOREST-BGC ecosystem process simulations across a climatic gradient in Oregon, *Ecol. Appl.*, 4(2) : pp. 238–247.
- Running S.W. et Coughlan J.C. (1988). A general model of forest ecosystem processes for regional applications I. Hydrological balance, canopy gas exchange and primary production processes. *Ecol. Model.*, 42 : pp. 125–154.
- Running S.W. et Hunt E.R. Jr. (1993). Generalization of a forest ecosystem process model for other biomes, BIOME-BGC, and an application for global-scale models. Dans : Ehleringer J.R. et Field C. (éds), *Scaling physiological processes : Leaf to globe*, Academic Press, San Diego, CA, pp. 141–158.
- Saatchi S.S., Nelson B., Podest E., et Holt J. (2000). Mapping land cover types in the Amazon Basin using 1 km JERS-1 mosaic. *Int. J. Remote Sens.*, 21 : pp. 1201–1234.
- Schulze E.-D., Valentini R., et Sanz M.-J. (2002). The long way from Kyoto to Marrakesh : implication of the Kyoto Protocol negotiations for global ecology. *Global Change Biology*, 8 : pp. 505-518.
- Smith P. (2001). Verifying sinks under the Kyoto Protocol. *VERTIC Briefing Paper* 01/03, 1-9 (<http://www.vertic.org/briefing/briefing.html>)
- Steinkamp R., Butterbach-Bahl K., et Papen H. (2001). Methane oxidation by soils of an N limited and N fertilized spruce forest in the Black Forest, Germany. *Soil Biology & Biochemistry*, 33 : pp. 145-153.
- Terhikki Manninen A. et Ulander L.M.H. (2001). Forestry parameter retrieval from texture in CARABAS VHF-Band SAR images. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 39(12) : pp. 2622-2633.
- Trotter C.M., Dymond J.R., et Goulding C.J. (1997). Estimation of timber volume in a coniferous plantation forest using Landsat TM. *International Journal of Remote Sensing*, 18 : pp. 2209–2223.
- Uchijima Z. et Seino H. (1985). Agroclimatic evaluation of net primary productivity of natural vegetation. (1) Chikugo model for evaluating net primary productivity, *J. Agr. Met.*, 40 : pp. 343–352.
- Waring R.H. (1983). Estimating forest growth and efficiency in relation to canopy leaf area. *Adv. Ecol. Res.*, 13 : pp. 327-354.
- Waring R.H. et Running S.W. (1998). *Forest Ecosystems. Analysis at multiple scales*. Academic Press, San Diego, CA, États-Unis.

APPENDICE A

GLOSSAIRE

ABATTAGES

Volume sur pied de tous les arbres vivants ou morts, mesurés sur écorce, de diamètre à hauteur de poitrine minimum spécifié, qui sont abattus pendant la période de référence, y compris les parties des arbres qui resteront dans la forêt. Les quantités enlevées de bois brut sont un sous-groupe des abattages (la partie commerciale destinée à être traitée).

ACCROISSEMENT

Voir *Accroissement annuel brut* et *Accroissement annuel net*.

ACCROISSEMENT ANNUEL BRUT

Accroissement annuel moyen du volume pendant la période de référence de tous les arbres mesurés à un diamètre à hauteur de poitrine minimum spécifié (variable selon les pays). Inclut l'accroissement des arbres abattus ou morts.

ACCROISSEMENT ANNUEL NET

Volume annuel moyen sur une période référence donnée d'accroissement brut moins la mortalité naturelle, de tous les arbres à un diamètre à hauteur de poitrine minimum spécifié.

ACTIVITÉ

Pratique ou ensemble de pratiques employées dans une zone délimitée pendant une durée donnée.

ANALYSE DE L'INCERTITUDE

Définition statistique : L'analyse de l'incertitude d'un modèle vise à fournir des mesures quantitatives de l'incertitude des valeurs de sortie dues aux incertitudes dans le modèle lui-même et dans ses valeurs d'entrée, et à examiner l'importance relative de ces facteurs.

ANALYSE DE LA SENSIBILITÉ

Définition statistique : L'analyse de la sensibilité est l'étude d'un algorithme d'un modèle pour déterminer son degré de sensibilité (ou de stabilité) aux variations de ses données d'entrée ou hypothèses sous-jacentes. Elle s'effectue en variant les valeurs d'entrée ou les équations du modèle et en observant comment les valeurs de sortie du modèle varient en conséquence. Cette analyse de sensibilité peut avoir pour but :

- L'observation des valeurs de sortie correspondant aux variables d'entrée situées dans des plages 'raisonnables' ; et
- Le calcul des approximations de différences finies pour les élasticités et les sensibilités requises par certaines méthodologies pour l'étude de la propagation des erreurs dans un système.

ANALYSE RÉTROSPECTIVE

Contraire de prévision. Analyse de conditions antérieures à partir de conditions actuelles.

ANTHROPIQUE

Résultant des activités humaines ou produit par les êtres humains. Les *Lignes directrices du GIEC* font la distinction entre les émissions anthropiques et les émissions naturelles. Un grand nombre de gaz à effet de serre

sont aussi émis naturellement. Seuls les accroissements anthropiques des émissions risquent de perturber les équilibres naturels.

Dans le présent rapport, toutes les émissions et absorptions concernant les terres exploitées sont considérées comme anthropiques.

ASSURANCE DE LA QUALITÉ (AQ)

Définition pour les inventaires : Les mesures d'assurance de la qualité (AQ) incluent un système planifié d'examen effectués par un personnel ne participant pas directement à la compilation/au processus d'élaboration de l'inventaire afin de vérifier que les objectifs de qualité des données ont été atteints, de s'assurer que l'inventaire représente la meilleure estimation possible des émissions et des puits dans l'état actuel des connaissances scientifiques et des données disponibles, et de renforcer l'efficacité du programme de contrôle de la qualité (CQ).

ASYMÉTRIE

Définition statistique : L'asymétrie est une mesure de l'asymétrie d'une FDP. C'est une simple fonction de deux moments de la FDP, indiqué par : $\gamma = \frac{\mu_3}{\mu_2^{3/2}} = \frac{\mu_3}{\sigma^3}$ où μ_2 , μ_3 , et σ sont des moments centraux. Les

distributions symétriques ont $\gamma = 0$. Le même terme est souvent utilisé pour l'asymétrie d'échantillon, auquel cas les deux moments de population sont remplacés par des moments d'échantillon.

AUTRES TERRES (CATÉGORIE D'UTILISATION DES TERRES)

Cette catégorie inclut les sols dénudés, les roches, les glaces et toutes les surfaces terrestres inexploitées qui n'entrent pas dans une des cinq autres catégories. Elle permet de faire correspondre la totalité des surfaces terrestres identifiées à la surface nationale, lorsque des données sont disponibles.

BASSIN/BASSIN DE CARBONE

Un réservoir. Un système capable de stocker ou d'émettre du carbone. La biomasse des forêts, les produits du bois, les sols et l'atmosphère sont des exemples de bassins de carbone. Teneur exprimée en unité de masse.

BASSIN DE CARBONE

Réservoir de carbone.

BIAIS

Définition pour les inventaires : Erreur systématique de la méthode d'observation, dont la valeur est le plus souvent inconnue. Elle peut être due à l'utilisation de matériel de mesure mal calibré, à la sélection des éléments à partir d'une population erronée ou par la place privilégiée accordée à certains éléments d'une population, etc.

BILAN DU CARBONE

Bilan des échanges de carbone entre des bassins de carbone ou entre des boucles spécifiques (atmosphère–biosphère, par exemple). L'étude du bilan d'un bassin ou réservoir indiquera s'il constitue une source ou un puits.

BIOMASSE

Matière organique aérienne et souterraine, vivante et morte, par exemple, arbres, cultures, graminées, litière, racines, etc. La biomasse inclut la définition des bassins pour la biomasse aérienne et souterraine.

BIOMASSE AÉRIENNE

Totalité de la biomasse vivante aérienne, y compris les tiges, souches, branches, écorce, semences et feuillage.

Remarque : Lorsque le sous-étage forestier est un élément relativement peu important du bassin de carbone de la biomasse aérienne, on peut ne pas l'inclure dans les méthodes et les données associées utilisées pour certains niveaux, à condition que les niveaux soient utilisés avec cohérence dans les séries temporelles de l'inventaire comme indiqué au Chapitre 5.

BIOMASSE SÈCHE

Voir *Matière sèche*.

BIOMASSE SOUTERRAINE

Totalité de la biomasse de racines vivantes. Les racines minces de moins de 2 mm de diamètre (suggestion) sont quelquefois exclues car souvent on ne peut pas les distinguer empiriquement des matières organiques du sol ou de la litière.

BOIS MORT

Toute la biomasse ligneuse morte qui n'est pas contenue dans la litière, et qui est sur pied, au sol ou dans le sol. Inclut le bois au sol, les racines mortes, et les souches de diamètre égal ou supérieur à 10 cm ou tout autre diamètre adopté par le pays.

BOISEMENT¹

Conversion anthropique directe en terres forestières de terres qui n'avaient pas porté de forêts pendant au moins 50 ans, par plantation, ensemencement et/ou promotion par l'homme d'un ensemencement naturel.

BONNES PRATIQUES

Définition pour les inventaires : Les *bonnes pratiques* sont un ensemble de procédures visant à assurer que les inventaires d'émissions de gaz à effet de serre sont exacts en ceci qu'ils sont systématiquement ni surestimés ni sous-estimés autant qu'on puisse en juger, et que les incertitudes sont réduites autant que possible.

Les *bonnes pratiques* concernent le choix des méthodes d'estimation appropriées au contexte national, l'assurance de la qualité et le contrôle de la qualité au niveau national, la quantification des incertitudes, et l'archivage et la notification des données à des fins de transparence.

BORÉAL

Voir *Polaire/boréal*.

¹ Dans le contexte du Protocole de Kyoto, comme stipulé par les Accords de Marrakech, cf. paragraphe 1 de l'Annexe au projet de décision -/CMP.1 (Utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie) contenu dans le document CCCC/CP/2001/13/Add.1, p.58.

CARTOGRAPHIE EXHAUSTIVE

Couverture spatiale complète d'une zone terrestre (par données-satellite, par exemple).

CATÉGORIE CLÉ

Catégorie prioritaire dans le système d'inventaire national car son estimation a un effet significatif sur l'inventaire total des gaz à effet de serre directs pour ce qui est du niveau absolu des émissions, de la tendance des émissions ou des deux.

CENTILE

Définition statistique : Le $k^{\text{ème}}$ centile ou centile de population est la valeur qui sépare la $k^{\text{ème}}$ partie inférieure de l'intégrale de la FDP—c'est-à-dire une intégrale d'une queue de FDP à partir du $k^{\text{ème}}$ centile vers les densités de probabilité inférieures.

CHRONOSÉQUENCE

Les chronoséquences sont des mesures effectuées sur des sites similaires mais séparés qui représentent une séquence temporelle d'utilisation ou de gestion des terres (nombre d'années depuis un déboisement, par exemple). On s'efforce de contrôler toutes les autres différences entre les sites (en choisissant, par exemple, des zones à sols, topographie, ou végétation antérieure similaires). Les chronoséquences sont souvent utilisées à la place d'études ou de mesures expérimentales répétées dans le temps sur un même site.

COEFFICIENT DE CORRELATION

Définition statistique : Nombre entre -1 et $+1$ donnant une indication de l'interdépendance de deux variables observées ensemble. Une valeur $+1$ signifie que les variables ont une relation linéaire directe parfaite ; une valeur -1 signifie qu'il y a une relation linéaire inverse parfaite ; et une valeur 0 signifie qu'il n'y a pas de relation linéaire. Il est défini comme la covariance des deux variables divisée par le produit de leurs écarts types.

COEFFICIENT DE VARIATION

Définition statistique : Le coefficient de variation, v_x est le rapport de l'écart type de population, σ_x , et de la moyenne, μ_x , où $v_x = \sigma_x / \mu_x$. Il indique souvent également le coefficient de variation de l'échantillon, qui est le rapport de l'écart type de l'échantillon et de la moyenne d'échantillon.²

COHÉRENCE

Définition pour les inventaires : Cohérence signifie qu'un inventaire sera cohérent au plan interne pour tous ses éléments sur plusieurs années. Un inventaire est cohérent si on utilise les mêmes méthodologies pour l'année de référence et les années suivantes et si on utilise des ensembles de données cohérents pour estimer les émissions ou les absorptions par les sources ou les puits. Dans certains cas, indiqués aux paragraphes 10 et 11 de CCCC/SBSTA/1999/6 Add.1, on peut estimer qu'un inventaire utilisant des méthodologies différentes pour des années différentes est cohérent s'il a été recalculé avec transparence conformément aux *bonnes pratiques*.

Définition statistique : Un estimateur statistique pour un paramètre est dit cohérent s'il tend vers le paramètre lorsque la grandeur de l'échantillon utilisé pour l'estimation augmente—c'est-à-dire que la précision est améliorée par un nombre d'observations plus élevé.

² 'Coefficient de variation' est le terme qui est souvent remplacé par 'erreur' dans un énoncé comme 'l'erreur est de 5 pour cent'.

COMPARABILITÉ

Définition pour les inventaires : On entend par comparabilité le fait que les estimations des émissions et absorptions présentées par les Parties dans les inventaires doivent être comparables entre les Parties. À cet effet, les Parties devront utiliser les méthodologies et formats convenus par la Conférence des Parties (CDP) pour l'estimation et la notification des inventaires.

COMPTABILISATION

Règles pour la comparaison des émissions et absorptions dans les notifications au titre des engagements.

COMPTABILISATION NET NET

Le puits ou la source de carbone pour l'année d'inventaire moins le puits ou la source de carbone pour l'année de référence. C'est la méthode de comptabilisation recommandée pour la gestion des pâturages, la gestion des terres cultivées, et la restauration du couvert végétal au titre de l'Article 3.4.

CONFIANCE

Définition pour les inventaires : On utilise le terme 'confiance' pour représenter la confiance accordée à une mesure ou une estimation. Le fait d'avoir confiance dans les estimations d'un inventaire ne rend pas ces estimations plus exactes ou plus précises, mais contribuera éventuellement à établir un consensus pour savoir si les données peuvent être utilisées pour résoudre un problème. Cette utilisation du terme confiance diffère considérablement de son sens statistique dans le terme *Intervalle de confiance*.

CONTRÔLE DE LA QUALITÉ (CQ)

Définition pour les inventaires : Le contrôle de la qualité (CQ) est un système d'activités techniques systématiques destinées à mesurer et contrôler la qualité de l'inventaire pendant son élaboration. Le système de CQ vise à :

- (i) Fournir des contrôles systématiques et cohérents destinés à assurer l'intégrité, l'exactitude et l'exhaustivité des données ;
- (ii) Identifier et corriger les erreurs et omissions ; et
- (iii) Documenter et archiver le matériel de l'inventaire et consigner toutes les activités de CQ.

Les activités de CQ incluent des méthodes générales telles que des contrôles d'exactitude pour l'acquisition des données et les calculs, et l'utilisation de procédures standard approuvées pour le calcul des émissions, les mesures, les estimations des incertitudes, l'archivage et la présentation des informations. Des activités de CQ de niveau supérieur incluent des examens techniques des catégories de source, des données sur les activités, des facteurs d'émission et des méthodes.

CONVERSION

Changement d'affectation d'une terre.

CORRÉLATION

Définition statistique : Estimateur statistique donnant une indication de l'interdépendance de deux quantités. Voir *Coefficient de corrélation*.

COUCHES LFH

Horizons des sols. Pour des données détaillées, voir les définitions individuelles pour *Horizon organique de fermentation*, *Horizon organique de litière*, et *Horizon organique d'humus*.

COUPES COMMERCIALES

Voir *Abattages*.

COUVERT

Voir *Couvert forestier*.

COUVERT FORESTIER

Pourcentage de sol couvert par la cime, délimité par la projection verticale de son plus grand périmètre. Ne peut pas dépasser 100 pour cent. (Dit également *Fermeture du couvert*.)

Synonyme de *Couvert*.

COUVERTURE TERRESTRE

Type de végétation couvrant la surface de la terre.

COVARIANCE

Définition statistique: La covariance entre deux variables est la mesure de l'interdépendance entre deux variables.

La covariance de l'échantillon d'échantillons appariés de variables aléatoires X et Y est calculée à l'aide de la formule suivante : $s_{xy}^2 = \frac{1}{n} \sum_i (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})$ où $x_i, y_i, i = 1, \dots, n$ sont des éléments dans l'échantillon et \bar{x} et \bar{y} sont des *Moyennes de l'échantillon*.

CULTURES VIVACES

Multicultures annuelles, incluant arbres et arbustes, associées à des cultures herbacées, par exemple, agroforesterie, ou vergers, vignes et plantations de cacaoyers, caféiers, théiers, palmiers à huile, cocotiers, hévéas, et bananiers, sauf là où les terres satisfont aux critères du seuil pour les terres forestières.

CYCLE DU CARBONE

Tous les éléments (bassins) et flux de carbone ; considéré en général comme quatre grands bassins de carbone reliés entre eux par des voies d'échanges. Les quatre bassins sont l'atmosphère, la biosphère, les océans et les sédiments. Les échanges de carbone entre les bassins sont des processus chimiques, physiques et biologiques.

DÉBOISEMENT³

Conversion anthropique directe de terres forestières en terres non forestières.

DEGRÉ DE COMBUSTION

Pourcentage de la quantité totale de biomasse dans une unité ou une zone donnée qui brûle dans un feu. Souvent utilisé avec le *Rendement de combustion*.

DENSITÉ LIGNEUSE DE BASE

Rapport entre la masse sèche et le volume de bois de fût frais sans écorce. Permet de calculer la biomasse ligneuse dans la masse de matière sèche.

DIAGRAMME DECISIONNEL

Définition pour les inventaires : Un diagramme décisionnel est un organigramme décrivant les étapes ordonnées spécifiques à suivre pour établir un inventaire ou un composant d'inventaire conformément aux principes des *bonnes pratiques*.

DISTRIBUTION DE PROBABILITÉ

Définition statistique : Fonction indiquant la probabilité pour qu'une variable aléatoire prenne une valeur donnée ou appartienne à un ensemble de valeurs donné. La probabilité pour l'ensemble complet de valeurs de la variable aléatoire est égale à 1.

DISTRIBUTION LOG-NORMALE

Définition statistique: La distribution log-normale est une distribution asymétrique, qui commence à zéro, s'élève jusqu'à un maximum avant de redescendre plus progressivement vers l'infini. Elle est reliée à la *Distribution normale* : X a une distribution log-normale si $\ln(X)$ a une distribution normale.

La FDP de la distribution log-normale est donnée par :

$$f(x) = \frac{1}{\sigma_l x \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(\ln x - \mu_l)^2}{2\sigma_l^2}}, \text{ pour } 0 \leq x \leq \infty.$$

Les paramètres requis pour spécifier la fonction sont : μ_l la moyenne de la transformation log-naturel des données; et σ_l^2 la variance de la transformation log-naturel des données. Les données et informations utilisables par le compilateur d'inventaire pour déterminer les paramètres d'entrée sont : moyenne = μ ; variance = σ^2 ; et les relations :

$$\mu_l = \ln \frac{\mu^2}{\sqrt{\sigma^2 + \mu^2}}$$

et

$$\sigma_l = \sqrt{\ln \left(\frac{\sigma^2}{\mu^2} + 1 \right)}.$$

³ Dans le contexte du Protocole de Kyoto, comme stipulé par les Accords de Marrakech, cf. paragraphe 1 de l'Annexe au projet de décision -/CMP.1 (Utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie) contenu dans le document CCCC/CP/2001/13/Add.1, p.58.

DISTRIBUTION NORMALE

Définition statistique : La distribution normale (ou Gaussienne) a la FDP indiquée dans l'équation suivante et est définie par deux paramètres (la moyenne μ et l'écart type σ) :

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}, \text{ pour } -\infty \leq x \leq \infty.$$

DISTRIBUTION UNIFORME

Définition statistique : Une variable aléatoire à distribution uniforme ou rectangulaire reste située dans une plage dans laquelle toutes les valeurs ont la même probabilité. Si les limites supérieures et inférieures de la plage sont a et b respectivement, la FDP est une fonction aplatie de a à b (les deux paramètres définissant la FDP).

La FDP d'une distribution uniforme est donnée par :

$$f(x) = \begin{cases} \frac{1}{b-a} & \text{pour } a \leq x \leq b \\ 0 & \text{ailleurs} \end{cases}$$

où

$$\mu = \frac{a+b}{2}$$

est la moyenne et

$$\sigma^2 = \frac{(b-a)^2}{12}$$

est la variance.

DONNÉES RADAR

Données obtenues par télédétection provenant de la partie micro-ondes du spectre électromagnétique, envoyées et reçues par avions ou satellites après réflexion par la cible.

DONNÉES SPÉCIFIQUES AU PAYS

Données relatives à des activités ou des émissions obtenues à partir de recherches effectuées sur des sites nationaux.

DONNÉES SUR LES ACTIVITÉS

Définition pour les inventaires : Données sur l'ampleur d'activités humaines génératrices d'émissions ou d'absorptions se produisant pendant une durée donnée.

Dans le secteur de l'utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie (UTCATF), des données sur les surfaces terrestres, les systèmes de gestion et l'utilisation de chaux et d'engrais, sont des exemples de données sur les activités.

DONNÉES TELEDETECTÉES

Données obtenues en général à l'aide de scanners ou de caméras à bord d'avions ou de satellites.

DONNÉES TRAMÉES

Information stockée sur une grille de points régulière.

ÉCART TYPE

Définition statistique : L'écart type de la population est la racine carrée positive de la variance. Elle est estimée par l'écart type d'échantillon qui est la racine carrée positive de la variance d'échantillon.

ÉCHANTILLON

Définition statistique : Un échantillon est une collection de données observées sur une population donnée.

ÉCHANTILLON ALÉATOIRE SIMPLE

Définition statistique : Echantillon de n éléments choisis dans une population de sorte qu'il y ait la même probabilité de choix pour chaque échantillon possible.

ÉMISSIONS

L'émission de gaz à effet de serre et/ou leurs précurseurs dans l'atmosphère au-dessus d'une zone et pendant une durée donnée.

ÉQUIVALENT DIOXYDE DE CARBONE

Mesure utilisée pour comparer différents gaz à effet de serre et basée sur leur Potentiels de Réchauffement Global (PRG). Les PRG sont calculés comme le rapport entre le forçage radiatif d'un kilogramme de gaz à effet de serre émis dans l'atmosphère et celui d'un kilogramme de CO₂ sur une période donnée (en général 100 ans).

ERREUR

Définition statistique : En matière de statistiques, le terme 'erreur' est un terme général qui désigne la différence entre la valeur observée (mesurée) d'une quantité et sa 'vraie' (mais en général inconnue) valeur et n'a pas la connotation péjorative de faute ou d'erreur d'étourderie.

ERREUR ABSOLUE

Erreur maximale admissible définie comme une plage réelle indépendante de la valeur de la variable estimée.

ERREUR ALÉATOIRE

Voir *Erreurs systématiques et aléatoires*.

ERREUR RELATIVE

Erreur maximale admissible qui est une fraction de la valeur de la variable estimée.

ERREUR SYSTÉMATIQUE

Voir *Erreurs systématiques et aléatoires*.

ERREURS SYSTÉMATIQUES ET ALÉATOIRES

Définition statistique : Une erreur systématique est la différence entre la valeur vraie, mais en général inconnue, d'une quantité mesurée et la valeur observée moyenne qui serait estimée par la moyenne d'échantillon d'un ensemble infini d'observations. L'erreur aléatoire d'une mesure individuelle est la différence entre une mesure individuelle et la valeur susdite de la moyenne d'échantillon.

ESTIMATION

Définition pour les inventaires : Le processus de calcul des émissions.

Définition statistique : L'estimation est l'évaluation de la valeur d'une quantité ou de son incertitude par l'affectation de valeurs d'observation numériques dans une formule d'estimation, ou estimateur. Les résultats d'une estimation peuvent être exprimés comme suit :

- Une estimation ponctuelle qui fournit un chiffre pouvant être utilisé comme approximation pour un paramètre (par exemple, l'écart type de l'échantillon qui estime l'écart type de la population), ou
- Une estimation par intervalle spécifiant un niveau de confiance.

Exemple: Une déclaration de type 'On estime que l'émission totale est de 100 kt et son coefficient de variation de 5 pour cent' est basée sur des estimations ponctuelles de l'écart type et moyen de l'échantillon, alors qu'une déclaration de type 'L'émission totale est située entre 90 et 110 kt avec une probabilité de 95 pour cent' exprime les résultats de l'estimation sous forme d'intervalle de confiance.

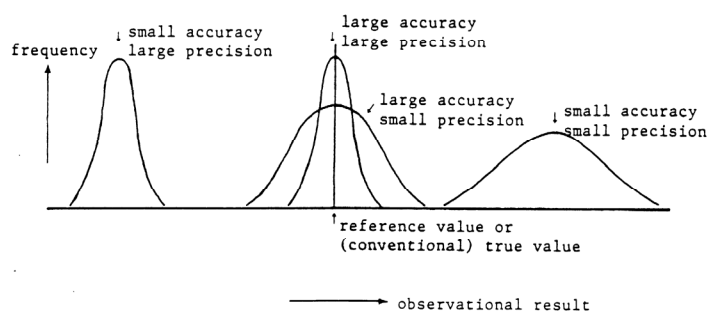
ÉTABLISSEMENTS

Cette catégorie inclut toutes les terres développées, y compris l'infrastructure des transports et les établissements humains de toutes tailles, sauf s'ils sont déjà inclus dans d'autres catégories. Doit être conforme aux définitions nationales adoptées.

EXACTITUDE

Définition pour les inventaires : L'exactitude est une mesure relative de l'exactitude d'une estimation d'émission ou d'absorption. Les estimations doivent être exactes en ceci qu'elles sont systématiquement ni supérieures ni inférieures aux émissions ou absorptions vraies, autant qu'on puisse en juger, et que les incertitudes sont réduites autant que possible. On utilisera des méthodologies appropriées conformes aux recommandations sur les *bonnes pratiques* pour promouvoir l'exactitude dans les inventaires. (CCCC/SBSTA/1999/6/Add.1)

Définition statistique : L'exactitude est un terme général qui décrit le degré selon lequel l'estimation d'une quantité n'est pas affectée par un biais résultant d'une erreur systématique. On doit la distinguer de la *Précision*, comme illustré ci-dessous.



EXHAUSTIVITÉ

Définition pour les inventaires : On entend par exhaustivité le fait qu'un inventaire couvre toutes les sources et puits pour la totalité de la couverture géographique, ainsi que tous les gaz inclus dans les *Lignes directrices du GIEC* en plus des autres catégories existantes de sources/puits pertinentes spécifiques aux Parties individuelles (et qui peuvent donc ne pas être incluses dans les *Lignes directrices du GIEC*).

FACTEUR D'ÉMISSION

Définition pour les inventaires : Coefficient qui associe les données sur les activités au volume du composé chimique qui est la source d'émissions ultérieures. Les facteurs d'émission sont souvent basés sur un échantillon de données de mesures, moyennées pour établir un taux d'émission représentatif pour un niveau d'activités donné dans des conditions de service données.

FACTEUR D'EXPANSION DE LA BIOMASSE (FEB)

Facteur de multiplication qui extrapole des données sur le matériel sur pied, ou le volume de bois rond commercial récolté, ou des données d'accroissement du volume de matériel sur pied, pour intégrer des composants de la biomasse sans valeur commerciale tels que les branches, le feuillage et les arbres non commerciaux.

FLUX DE CARBONE

Taux d'échange de carbone entre différents bassins, exprimé en unités de masse par unité de surface et unité de temps (par exemple : tonnes C ha⁻¹ an⁻¹).

FONCTION DE DENSITÉ DE PROBABILITÉ—FDP

Définition statistique : Une fonction de densité de probabilité (FDP) est une fonction mathématique qui caractérise le comportement probable d'une population. C'est une fonction $f(x)$ qui spécifie la probabilité relative pour qu'une variable aléatoire continue X prenne une valeur proche de x , et elle est définie comme la probabilité pour que X prenne une valeur entre x et $x+dx$, divisé par dx , dx étant un nombre infiniment petit.

FORÊT⁴

On entend par forêt une terre d'une superficie minimale comprise entre 0,05 et 1,0 hectare portant des arbres dont le houppier couvre plus de 10 à 30 pour cent de la surface (ou ayant une densité de peuplement équivalente) et qui peuvent atteindre à maturité une hauteur minimale de 2 à 5 mètres. Une forêt peut être constituée soit de formations denses dont les divers étages et les sous-bois couvrent une forte proportion du sol, soit de formations claires. Les jeunes peuplements naturels et toutes les plantations dont le houppier ne couvre pas encore 10–30 pour cent de la superficie ou qui n'atteignent pas encore une hauteur de 2 à 5 mètres sont classés dans la catégorie des forêts, de même que les espaces faisant normalement partie des terres forestières qui sont temporairement déboisées par suite d'une intervention humaine telle que l'abattage ou de phénomènes naturels mais qui devraient redevenir des forêts.

Remarque : Les forêts ne sont pas définies à des fins de notification au titre de la Convention. Les *Lignes directrices du GIEC* invitent les pays à utiliser des classifications d'écosystèmes détaillées dans leurs calculs et à présenter de grandes catégories spécifiées pour assurer la cohérence et la comparabilité des données nationales pour tous les pays.

FORÊT GERÉE

Toutes les forêts soumises à des interactions humaines (notamment la gestion commerciale, la récolte de bois rond commercial (grumes) et de bois de feu, la production et utilisation de produits en bois, et la gestion des forêts à des fins d'agrément ou de protection environnementale si cela est précisé par le pays), avec des limites géographiques définies.

FORÊTS CLAIRES

Forêts caractérisées par un couvert entre 10 et 40 pour cent (FAO), ou inférieur au seuil de couvert choisi par la Partie.

FORÊTS DENSES

Forêts caractérisées par un couvert de plus de 40 pour cent.

GESTION DE PÂTURAGES⁵

Ensemble d'opérations qui détermineront le volume et les caractéristiques de la production (fourrage et bétail).

GESTION DES FORÊTS⁶

Ensemble d'opérations effectuées pour administrer et exploiter les forêts de manière à ce qu'elles remplissent durablement certaines fonctions écologiques (y compris la préservation de la diversité biologique), économiques et sociales pertinentes.

⁴ Dans le contexte du Protocole de Kyoto, comme stipulé par les Accords de Marrakech, cf. paragraphe 1 de l'Annexe au projet de décision -/CMP.1 (Utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie) contenu dans le document CCCC/CP/2001/13/Add.1, p.58.

⁵ Dans le contexte du Protocole de Kyoto, comme stipulé par les Accords de Marrakech, cf. paragraphe 1 de l'Annexe au projet de décision -/CMP.1 (Utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie) contenu dans le document CCCC/CP/2001/13/Add.1, p.58.

⁶ Dans le contexte du Protocole de Kyoto, comme stipulé par les Accords de Marrakech, cf. paragraphe 1 de l'Annexe au projet de décision -/CMP.1 (Utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie) contenu dans le document CCCC/CP/2001/13/Add.1, p.58.

GESTION DES TERRES CULTIVÉES⁷

Ensemble d'opérations effectuées sur des terres où l'on pratique l'agriculture et sur des terres qui font l'objet d'un gel ou ne sont temporairement pas utilisées pour la production de cultures.

HARMONISATION DES DÉFINITIONS

Dans le présent contexte, normalisation ou augmentation de la comparabilité et/ou de la convergence entre les définitions.

HORIZON ORGANIQUE DE FERMENTATION (F)

Horizon composé de litière partiellement décomposée contenant encore des éléments végétaux reconnaissables à l'œil nu. De la matière organique fine, sous forme de boulettes fécales, est presque toujours présente, mais en quantités inférieures à celles du matériau végétal reconnaissable.

HORIZON ORGANIQUE D'HUMUS (H)

Horizon consistant essentiellement en matière organique fine (mais toujours sur des horizons minéraux). Des débris végétaux visibles à l'œil nu subsistent, mais en bien moins grand nombre que la matière organique fine. L'horizon peut contenir des particules minérales.

HORIZON ORGANIQUE DE LITIÈRE (L)

Horizon composé de débris végétaux relativement peu transformés ; peut être coloré, mais ne contient pas de boulettes fécales provenant de la faune du sol. Pas ou peu fragmenté.

HUMIDE (FORÊT)

Les régimes hygrométriques pour les zones boréales et tempérées sont définis par le rapport des précipitations annuelles moyennes (PAM) et de l'évapotranspiration potentielle (ETP) : Sèche (PAM/ETP < 1) et Humide (PAM/ETP > 1) ; et pour les zones tropicales seulement par les précipitations : Sèche (PAM < 1.000 mm), Humide (PAM: 1.000-2.000 mm) et Pluvieuse (PAM > 2.000 mm).

IMAGES TRAMÉES

On entend par données tramées des informations stockées sur une grille de points régulière, contrairement aux données polygonales, où l'information est stockée sous forme de coordonnées d'une surface délimitée ayant un attribut commun.

INCERTITUDE

Définition statistique : Une incertitude est un paramètre, associé au résultat de mesure qui caractérise la dispersion des valeurs qui pourrait être raisonnablement attribuée à la quantité mesurée (la variance d'échantillon ou le coefficient de variation, par exemple).

Définition pour les inventaires : Terme général et imprécis qui désigne l'absence de certitude (dans les composants d'un inventaire) résultant de tout facteur causal tel que des sources et puits non identifiés, un manque de transparence, etc.

⁷ Dans le contexte du Protocole de Kyoto, comme stipulé par les Accords de Marrakech, cf. paragraphe 1 de l'Annexe au projet de décision -/CMP.1 (Utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie) contenu dans le document CCCC/CP/2001/13/Add.1, p.58.

INTERPOLATION SPATIALE

Conclusions à propos des caractéristiques d'une terre fondées sur des données relatives à des zones terrestres environnantes.

INTERVALLE DE CONFIANCE

Définition statistique : Un intervalle de confiance est la fourchette à l'intérieur de laquelle on est à peu près certain de trouver la valeur vraie d'une quantité. Le niveau de certitude est exprimé par la probabilité, dont la valeur est liée à la grandeur de l'intervalle. C'est une des façons d'exprimer l'incertitude (voir *Estimation*, Définition statistique).

Dans la pratique, un intervalle de confiance est défini par une valeur de probabilité, par exemple, 95 pour cent, et des limites de confiance de chaque côté de la valeur moyenne x . Dans ce cas, les limites de confiance $L1$ et $L2$ seraient calculées à partir de la fonction de densité de la probabilité, pour laquelle il y avait une probabilité de 95 pour cent pour que la valeur vraie de la quantité estimée par x soit située entre $L1$ et $L2$. $L1$ et $L2$ sont fréquemment le 2,5 centile et le 97,5 centile respectivement.

Exemple: 'Une émission est entre 90 et 100 kt avec une probabilité de 95 pour cent.' Une telle déclaration est possible lorsque l'intervalle de confiance est calculé (les valeurs numériques dans cet exemple sont choisies arbitrairement).

INVENTAIRE FORESTIER

Système permettant de mesurer l'étendue, la quantité et l'état d'une forêt, en général par échantillonnage.

INVENTAIRES CONFORMES AUX BONNES PRATIQUES

Inventaires qui, autant qu'on puisse en juger, ne contiennent ni surestimations, ni sous-estimations, et dont les incertitudes sont réduites le plus possible.

LITIÈRE

Inclut toute la biomasse morte de diamètre inférieur à un diamètre minimum choisi par le pays (10 cm, par exemple), à divers stades de décomposition, et située au-dessus du sol minéral ou organique. Ceci inclut la litière, les couches fumiennes et humiques. Les racines vivantes minces (inférieures au diamètre minimum suggéré pour la biomasse souterraine) sont incluses dans la litière lorsqu'on ne peut pas les distinguer empiriquement de la litière).

MAILLE

Parcelle définie par les limites d'une grille imaginaire surimposée sur une carte. Dite également maille-trame ou pixel.

MATÉRIEL SUR PIED

Les arbres vivants composant le volume sur pied (mesuré en m^3 sur écorce).

MATIÈRE SÈCHE (m.s.)

Matière sèche désigne la biomasse séchée à l'étuve, souvent à 70°C.

MATIÈRES ORGANIQUES DU SOL

Inclut le carbone organique dans les sols minéraux et organiques (y compris la tourbe) à une profondeur spécifiée choisie par le pays et utilisée avec cohérence dans la série temporelle. Les racines vivantes minces (inférieures au diamètre suggéré pour la biomasse souterraine) sont incluses dans les matières organiques du sol lorsqu'on ne peut pas les distinguer empiriquement.

MATRICE DE CONFUSION

Technique qui établit une matrice montrant, par exemple pour une classification terrestre donnée, le niveau d'accord ou de désaccord entre deux classifications données.

MATRICE D'ERREUR

Voir *Matrice de confusion*.

MÉDIANE

Définition statistique : La médiane ou médiane de population est une valeur qui divise l'intégrale d'une FDP en deux moitiés. Pour des FDP symétriques, elle est égale à la moyenne. La médiane est le 50^{ème} centile de population.

La médiane d'échantillon est un estimateur de la médiane de population. C'est la valeur qui divise un échantillon ordonné en deux moitiés égales. S'il y a $2n + 1$ observations, la médiane est le $(n + 1)$ ^{ème} membre de l'échantillon ordonné. S'il y a $2n$, la médiane est au milieu entre le n ^{ème} et le $(n + 1)$ ^{ème}.

MÉTADONNÉES

Information au sujet de données, c'est-à-dire la description des paramètres et variables stockés dans la base de données : emplacement, date d'enregistrement, accessibilité, représentativité, propriétaire, etc.

MÉTHODE DE MONTE CARLO

Définition pour les inventaires : L'analyse Monte Carlo effectue les calculs de l'inventaire de nombreuses fois par ordinateur, en choisissant chaque fois aléatoirement (par ordinateur) les facteurs d'émission, les paramètres de modèle et les données d'activités incertaines dans la distribution d'incertitudes spécifiée initialement par l'utilisateur. Les incertitudes relatives aux facteurs d'émission et/ou aux données d'activités sont souvent importantes et peuvent ne pas avoir de distribution normale. Dans ce cas, les règles statistiques utilisées habituellement pour combiner des incertitudes deviennent très approximatives. L'analyse Monte Carlo peut résoudre ce problème en générant une distribution des incertitudes pour l'estimation de l'inventaire qui est cohérente avec les distributions des incertitudes des entrées relatives aux facteurs d'émission, aux paramètres du modèle et aux données d'activités.

MODÈLE

Définition statistique : Un modèle est une abstraction quantitative d'une situation réelle, qui peut simplifier ou ne pas tenir compte de certaines caractéristiques pour mieux se concentrer sur ses éléments plus importants.

Exemple: la relation selon laquelle les émissions représentent un facteur d'émission multiplié par un niveau d'activités est un modèle simple. On utilise souvent le terme 'modèle' pour désigner la réalisation sur ordinateur d'un modèle abstrait.

MODÉLISATION ASCENDANTE

Méthode de modélisation qui, à partir de processus à une échelle détaillée (parcelle/peuplement/écosystème), fournit des résultats à une échelle globale plus grande (régionale/nationale/continentale/mondiale).

MODÉLISATION DESCENDANTE

Méthode de modélisation qui, à partir de mesures prises à une échelle globale (régionale/nationale/continentale/mondiale) fournit des résultats (processus et paramètres) à une échelle plus petite.

MOYENNE

Définition statistique : La moyenne, moyenne de population, espérance mathématique ou valeur espérée, est, en termes généraux, une mesure centrale autour de laquelle des valeurs échantillonnées à partir d'une distribution de probabilité tendent à être situées. La moyenne de l'échantillon ou moyenne arithmétique est un estimateur pour la moyenne. C'est un estimateur sans biais et cohérent de la moyenne de population (valeur espérée), qui est lui-même une variable aléatoire avec sa propre valeur de variance. La moyenne de l'échantillon signifie la somme des valeurs divisée par le nombre de valeurs :

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (x_i \text{ où } i = 1, \dots, n \text{ sont des éléments d'un échantillon}).$$

MOYENNE ARITHMÉTIQUE

Définition statistique : Somme des valeurs divisée par le nombre de valeurs.

NOTIFICATION

Communication des estimations à la CCNUCC.

OPINION D'EXPERT

Définition pour les inventaires : Jugement qualitatif et quantitatif bien documenté et soigneusement réfléchi, apporté en l'absence de preuves d'observations sans équivoque, par une personne ou des personnes ayant une expertise prouvable dans le domaine considéré.

PÂTURAGE

Terre à pâturages gérée.

PATURAGES GERES

Pâturages sur lesquels des activités anthropiques sont pratiquées (pâturage ou récolte de fourrage, par exemple).

PATURAGES/PRAIRIES/PARCOURS AMELIORES

Terre sur laquelle est pratiqué un pâturage intensif contrôlé, souvent avec fertilisation et/ou restauration régulière du couvert herbacé.

PERTURBATIONS

Processus qui réduisent ou redistribuent les bassins de carbone dans les écosystèmes terrestres.

POLAIRE/BOREAL

Température annuelle moyenne (TAM) inférieure à 0 °C.

POPULATION

Définition statistique : La population est la totalité des éléments étudiés. Dans le cas d'une variable aléatoire, on estime que la distribution de probabilité définit la population de cette variable.

PRAIRIES

Cette catégorie inclut les parcours et les grands pâturages libres qui ne sont pas considérés comme des terres cultivées. Elle inclut également des systèmes dont la végétation est inférieure au seuil de la catégorie des terres forestières, et qui ne devrait pas dépasser, sans intervention humaine, les seuils utilisés pour la catégorie des terres forestières. Elle inclut également toutes les prairies, depuis les terrains en friche jusqu'aux espaces récréatifs, ainsi que les systèmes agricoles et sylvopastoraux, subdivisés en systèmes exploités et inexploités, conformément aux définitions nationales.

PRATIQUE

Action ou ensemble d'actions qui influent sur la terre, les stocks des bassins associés à celle-ci ou qui influent sur les échanges atmosphériques des gaz à effet de serre.

PRECISION

Définition pour les inventaires : Précision est l'inverse d'incertitude au sens où plus une chose est précise, moins elle est incertaine.

Définition statistique : Étroitesse de l'accord entre des résultats indépendants de mesures obtenus dans des conditions stipulées (voir aussi *Exactitude*).

PROBABILITE

Définition statistique : La probabilité est un nombre réel sur une échelle de 0 à 1 attaché à un événement aléatoire. Elle peut être interprétée de plusieurs façons. Selon une interprétation, la probabilité a la nature d'une fréquence relative (c'est-à-dire la proportion de tous les résultats correspondant à un événement), alors que selon une autre interprétation, la probabilité est la mesure d'un degré de certitude.

PROPAGATION DES INCERTITUDES

Définition statistique : Les lois pour la propagation des incertitudes spécifient comment combiner algébriquement les mesures quantitatives de l'incertitude associées aux valeurs d'entrée avec les formules mathématiques utilisées pour la compilation des inventaires, pour obtenir des mesures de l'incertitude correspondante pour les valeurs de sortie. Voir Chapitre 6, Quantification des incertitudes en pratique, et Appendice 1, Base conceptuelle pour l'analyse de l'incertitude de *GBP2000*.

PUITS

Tout processus, activité ou mécanisme qui élimine de l'atmosphère un gaz à effet de serre, un aérosol, ou un précurseur d'un gaz à effet de serre. Indiqué dans les étapes finales de la notification par le signe moins (-).

QUANTITES ENLEVEES DE BOIS BRUT

Les quantités enlevées de bois brut sont un sous-groupe des abattages (la partie commerciale destinée à être traitée).

QUESTIONS COMMUNES

Questions examinées dans plusieurs parties des *Recommandations en matière de bonnes pratiques*. Dans le présent rapport, identification et quantification des incertitudes, échantillonnage, choix méthodologique—identification de catégories clés, assurance de la qualité et contrôle de la qualité, cohérence et recalculs des séries temporelles, et vérification sont des questions examinées dans un chapitre séparé intitulé ‘Questions communes’.

REALITE DE TERRAIN

Terme utilisé pour des données obtenues par des mesures réalisées *in situ*, en général à titre de validation (données-satellite, par exemple).

REBOISEMENT⁸

Conversion anthropique directe de terres non forestières en terres forestières par plantation, ensemencement et/ou promotion par l’homme d’un ensemencement naturel sur des terrains qui avaient précédemment porté des forêts mais qui ont été convertis en terres non forestières. Pour la première période d’engagement, les activités de reboisement seront limitées au seul reboisement de terres qui ne portaient pas de forêts à la date du 31 décembre 1989.

RECENSEMENT

Données recueillies en interrogeant la population. En général, la totalité de la population concernée est interrogée (mais quelquefois seulement un échantillon de la population est interrogé).

RENDEMENT DE COMBUSTION

Pourcentage de carbone brûlé émis sous forme de CO₂.

RESERVE DE CARBONE

Utiliser de préférence le terme stock de carbone. Voir *Stock de carbone*.

RESERVOIRS

Lieux de stockage pour l’eau régulés pour des activités humaines (production d’énergie, irrigation, navigation, loisirs etc.) où se produisent des variations importantes des volumes d’eau. Ne pas utiliser ce terme dans le contexte d’un bassin de carbone.

RESOLUTION

Superficie minimale pour laquelle on peut déterminer l’étendue ou l’utilisation. Une résolution élevée signifie que les parcelles séparables sont petites.

⁸ Dans le contexte du Protocole de Kyoto, comme stipulé par les Accords de Marrakech, cf. paragraphe 1 de l’Annexe au projet de décision -/CMP.1 (Utilisation des terres, changement d’affectation des terres et foresterie) contenu dans le document CCCC/CP/2001/13/Add.1, p.58.

RESTAURATION DU COUVERT VEGETAL⁹

Activités humaines directes visant à accroître les stocks de carbone par la plantation d'une végétation couvrant une superficie minimale de 0,05 hectare et ne répondant pas aux définitions du boisement et de reboisement données ici.

SAISONNIERE (FORET)

Forêts semi-caducifoliées à saison humide et sèche distincte et précipitations annuelles entre 1.200 et 2.000 mm.

SECHE (FORET)

Les régimes hygrométriques pour les zones boréales et tempérées sont définis par le rapport des précipitations annuelles moyennes (PAM) et de l'évapotranspiration potentielle (ETP) : Sèche (PAM/ETP < 1) et Humide (PAM/ETP > 1); et pour les zones tropicales seulement par les précipitations : Sèche (PAM < 1.000 mm), Humide (PAM : 1.000–2.000 mm) et Pluvieuse (PAM > 2.000 mm).

SENSIBILITE

Définition statistique : La sensibilité est la mesure du degré de réponse d'une quantité par rapport à une variation dans une autre quantité associée. La sensibilité d'une quantité Y qui est affectée par des variations dans une autre quantité X , est définie comme la variation dans Y divisé par la variation dans X qui a entraîné la variation dans Y .

SEQUESTRATION

Processus produisant l'augmentation du contenu d'un bassin de carbone autre que l'atmosphère. L'utilisation du terme 'puits' est préférable.

SERIE TEMPORELLE

Définition statistique : Une série temporelle est une série de valeurs qui sont affectées par des processus aléatoires et qui sont observées à des points temporels successifs (mais généralement équidistants).

SOL TOURBEUX (OU HISTOSOL)

Sol de zone humide type ayant une nappe aquifère élevée et une couche organique de 40 cm d'épaisseur minimale (sol organique mal drainé).

SOLS ARGILEUX PEU ACTIFS (APA)

Les sols argileux peu actifs sont des sols extrêmement altérés par les éléments et contenant principalement des minéraux argileux de type 1/1 et des oxydes de fer et d'aluminium amorphes (la nomenclature FAO inclut les Acrisols, Nitosols, et Ferrasols)

⁹ Dans le contexte du Protocole de Kyoto, comme stipulé par les Accords de Marrakech, cf. paragraphe 1 de l'Annexe au projet de décision -/CMP.1 (Utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie) contenu dans le document CCCC/CP/2001/13/Add.1, p.58.

SOLS ARGILEUX TRÈS ACTIFS (ATA)

Les sols argileux très actifs sont des sols légèrement à modérément altérés par les éléments et contenant principalement des minéraux argileux silicatés de type 2/1 (la nomenclature de la FAO inclut les Vertisols, Chernozems, Phaeozems, Luvisols).

SOLS ORGANIQUES

Des sols sont dits organiques s'ils satisfont aux critères 1 et 2, ou 1 et 3 ci-dessous (FAO, 1998) :

1. Épaisseur égale ou supérieure à 10 cm. Un horizon d'épaisseur inférieure à 20 cm doit avoir 12 pour cent ou plus de carbone organique lorsqu'il est mélangé à une profondeur de 20 cm ;
2. Si le sol n'est jamais saturé pendant plus de quelques jours, et contient plus de 20 pour cent (par poids) de carbone organique (environ 35 pour cent de matière organique) ;
3. Si le sol est saturé périodiquement et a :
 - (i) Au moins 12 pour cent (par poids) de carbone organique (environ 20 pour cent de matière organique) s'il ne contient pas d'argile ; ou
 - (ii) Au moins 18 pour cent (par poids) de carbone organique (environ 30 pour cent de matière organique) s'il contient 60 pour cent ou plus d'argile ; ou
 - (iii) Une quantité intermédiaire et proportionnelle de carbone organique pour des quantités intermédiaires d'argile.

SOLS SABLONNEUX

Tous les sols (quelle que soit la classification) contenant > 70 pour cent de sable et < 8 pour cent d'argile (basé sur des mesures de textures types (la nomenclature de la FAO inclut les Arénosols et les Régosols sablonneux).

SOLS SPODIQUES

Sols présentant une forte podzolization (la nomenclature de la FAO inclut un grand nombre de groupes Podzoliques).

SOURCE

Tout procédé, activité ou mécanisme qui libère dans l'atmosphère un gaz à effet de serre, un aérosol ou un précurseur de gaz à effet de serre. Indiqué dans les étapes finales de la notification par le signe plus (+).

SOURCE CLÉ

Voir *Catégorie clé*.

SPATIALEMENT EXPLICITE

Cartographié ou référencé géographiquement.

STATISTIQUE

Définition statistique : Une statistique est une fonction de variables aléatoires d'échantillon.

STATISTIQUES

Définition statistique : Les statistiques peuvent désigner, au sens large, une compilation de données, souvent relatives à des activités humaines, ou dans un sens plus spécifique, le domaine scientifique portant sur le traitement numérique systématique de données obtenues à partir de groupes d'éléments.

STOCK DE CARBONE

Quantité de carbone dans un bassin.

TAUX D'ACCUMULATION DE LA BIOMASSE

Accumulation nette de la biomasse, c'est-à-dire toutes les augmentations moins toutes les pertes. Lorsqu'on utilise le taux d'accumulation du carbone, on applique une seule étape de conversion supplémentaire, à savoir l'utilisation d'une teneur en carbone de 50 pour cent dans la matière sèche (valeur par défaut).

Les taux d'accumulation de la biomasse peuvent être calculés à l'aide de l'Equation 3.2.4. au Chapitre 3 du présent rapport.

TAUX D'ACCUMULATION DU CARBONE

Voir Taux d'accumulation de la biomasse.

TELEDETECTION

Acquisition et utilisation de données provenant de satellites et de photos aériennes pour évaluer ou mesurer l'étendue/l'utilisation des terres. Peut être utilisée en association avec les relevés de terrain pour vérifier l'exactitude de l'interprétation.

TEMPÈRE, FROID

Température annuelle moyenne (TAM) entre 0 – 10 °C.

TEMPÈRE, CHAUD

Température annuelle moyenne (TAM) entre 10 – 20 °C.

TENDANCE

Définition pour les inventaires : La tendance d'une quantité mesure sa tendance relative pendant une durée donnée, une valeur de tendance positive indiquant l'augmentation de la quantité, et une valeur négative indiquant sa diminution. Elle est définie comme le rapport entre la variation de la quantité pendant la durée et la valeur initiale de la quantité, et est exprimée le plus souvent sous forme de pourcentage ou de fraction.

TERRES CULTIVEES

Cette catégorie inclut les terres arables et labourables, et les systèmes agroforestiers où la végétation est inférieure au seuil utilisé pour la catégorie de terres forestières, conformément au choix des définitions nationales.

TERRES FORESTIERES

Cette catégorie inclut toutes les terres à végétation ligneuse conformes aux seuils utilisés pour définir les terres forestières dans l'inventaire national des gaz à effet de serre, subdivisée au niveau national en terres exploitées et inexploitées, et également par type d'écosystème comme spécifié par les *Lignes directrices du GIEC*.¹⁰ Elle inclut également des systèmes dont la végétation est actuellement inférieure au seuil de la catégorie des terres forestières, mais qui devrait le dépasser.

TRANSPARENCE

Définition pour les inventaires : L'explication claire des hypothèses et des méthodologies utilisées pour un inventaire afin de faciliter la reproduction et l'évaluation de l'inventaire par les utilisateurs des données notifiées. La transparence des inventaires est fondamentale à la réussite du processus pour la communication et l'étude des données.

TROPICAL

Température annuelle moyenne (TAM) supérieure à 20°C.

UTILISATION DES TERRES

Type d'activité pratiquée sur une parcelle.

Dans le présent document, ce terme est utilisé pour les grandes catégories d'utilisation des terres définies au Chapitre 2. On reconnaît que ces catégories sont un mélange de catégories de couverture terrestre (Forêts, Prairies, Zones humides, etc.) et d'utilisation des terres (Terres cultivées, Établissements, etc.)

VALEUR EXTREME

Définition statistique : Les valeurs extrêmes d'un échantillon sont les valeurs maximales et minimales de l'échantillon. La théorie statistique des valeurs extrêmes se rapporte aux estimations des distributions de ces valeurs extrêmes pour un grand nombre de valeurs échantillonnées.

VALIDATION

Définition pour les inventaires : Validation est l'assurance d'une démarche et d'une fondation sans défaut. Dans le contexte des inventaires d'émissions, la validation utilise la vérification pour s'assurer de la compilation correcte de l'inventaire conformément aux instructions et recommandations sur la présentation. Elle vérifie la cohérence interne de l'inventaire. Au sens légal du terme, validation signifie confirmer ou approuver officiellement un acte ou un produit.

VARIABILITE

Définition statistique : Désigne les différences observées attribuables à l'hétérogénéité vraie ou la diversité vraie d'une population. La variabilité est le résultat de processus intrinsèquement aléatoires ou dont la nature et les effets ont des répercussions mais ne sont pas connus. En général, la variabilité ne peut pas être réduite par d'autres mesures ou études, mais elle peut être caractérisée par des quantités telles que la variance d'échantillon.

VARIABLE ALEATOIRE

Définition statistique : Variable pouvant prendre une des valeurs d'un ensemble de valeurs spécifiées et à laquelle est associée une distribution de probabilité. Une variable aléatoire qui ne peut prendre que des valeurs

¹⁰ La gestion des forêts a un sens particulier selon les Accords de Marrakech, qui peut nécessiter la subdivision de la forêt gérée comme décrit au Chapitre 4.

isolées est dite ‘discrète’. Une variable aléatoire pouvant prendre n’importe quelle valeur dans un intervalle fini ou infini est dite ‘continue’.

VARIANCE

Définition statistique : La variance ou variance de population est un paramètre de FDP qui exprime la variabilité de la population. C’est le deuxième moment central d’une variable aléatoire. La variance d’échantillon est définie comme une mesure de dispersion qui est la somme du carré des écarts d’observations par rapport à leur moyenne, divisé par le nombre d’observations diminué d’une unité :

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_i^n (x_i - \bar{x})^2 .$$

VARIANCE DE MOYENNE D’ECHANTILLON

Définition statistique : La moyenne d’un échantillon de population est elle-même une variable aléatoire qui a son propre comportement caractéristique et sa propre variance. Pour ces moyennes d’échantillons, l’estimation appropriée de la variance n’est pas la variance d’échantillon, qui estime la variabilité associée à une seule valeur simple, mais une valeur inférieure, égale à la variance d’échantillon divisé par la taille de l’échantillon.

VARIATION DU STOCK DE CARBONE

Le stock d’un bassin de carbone peut varier en raison de la différence entre les apports et les pertes de carbone. Lorsque les pertes sont supérieures aux apports, le stock de carbone diminue, et le bassin est donc une source d’émissions dans l’atmosphère ; lorsque les pertes sont inférieures aux apports, le bassin est un puits pour le carbone atmosphérique.

VERIFICATION

Définition pour les inventaires : On entend par vérification l’ensemble des activités et procédures qui peuvent être mises en œuvre pendant la planification et l’élaboration, ou au terme de la l’élaboration d’un inventaire et qui peuvent contribuer à établir sa fiabilité pour les applications prévues de l’inventaire. En général, on utilise des méthodes externes à l’inventaire pour vérifier la vérité de celui-ci, y compris des comparaisons avec des estimations effectuées par d’autres organismes ou avec des mesures d’émission et d’absorption obtenues à partir de concentrations atmosphériques ou des gradients de concentrations de ces gaz.

VOLUME SUR PIED

Volume d’arbres sur pied, vivants ou morts, mesurés sur écorce à un diamètre maximum prédéfini. Inclut tous les arbres de diamètre supérieur à un diamètre à hauteur de poitrine (dhp) donné. Le dhp minimum et le diamètre maximum varient selon les pays et sont en général spécifiés par les pays.

ZONES HUMIDES

Cette catégorie inclut les terres couvertes d’eau ou saturées pendant la totalité ou une partie de l’année (tourbières, par exemple) et qui n’entrent pas dans les catégories des terres forestières, terres cultivées, prairies ou établissements. Elle peut être subdivisée en terres exploitées et inexploitées conformément aux définitions nationales. Elle inclut les réservoirs en tant que subdivision exploitée et les fleuves et lacs naturels en tant que subdivisions inexploitées.

Références

- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). (2000). Penman J., Kruger D., Galbally I., Hiraishi T., Nyenzi B., Emmanuel S., Buendia L., Hoppaus R., Martinsen T., Meijer J., Miwa K., et Tanabe K. (Eds). *Recommandations en matière de bonnes pratiques et de gestion des incertitudes pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre*. GIEC/OCDE/AIE/IGES, Hayama, Japon.
- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) (2000). Watson R., Noble I.R., Bolin B., Ravindranath, N.H., Verardo D.J., et Dokken D.J. (éds). *Land use, Land-use Change, and Forestry : A Special Report*. Cambridge University Press. Cambridge, Royaume-Uni.
- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). (2001). Houghton J.T. *et al.* (éds.). *Bilan 2001 des changements climatiques : Les éléments scientifiques. Contribution du Groupe de travail I au Troisième rapport d'évaluation du groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat*. Cambridge University Press. Cambridge, Royaume-Uni.
- FAO (1998). *Base de référence sur les ressources en sols du monde*. Rapports sur les ressources en sol du monde 84. FAO, Rome. 88 pp. ISBN 92-5-104141-5
- Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) (2002) *Proceedings of Expert Meeting on Harmonizing forest-related definitions for use by various stakeholders*. FAO, Rome, Italie. Disponible auprès de : <http://www.fao.org/forestry/fop/fopw/Climate/doc/Y3431E.pdf>
- Mekkink P. (1999). *Soils of Forest Reserves in the Netherlands*. Rapport 98/35, Staring Centre. Wageningen, Pays-Bas.
- CCNUCC. (2001). Paragraphes 1(a) - (e) dans l'Annexe au projet de décision -/CMP.1 (Utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie), contenu dans le document CCCC/CP/2001/13/Add.1, p.58.

APPENDICE B

INFORMATION ESSENTIELLE

INFORMATION ESSENTIELLE

Préfixes et facteurs de multiplication

Facteur de multiplication	Abréviation	Préfixe	Symbole
1 000 000 000 000 000	10^{15}	péta	P
1 000 000 000 000	10^{12}	téra	T
1 000 000 000	10^9	giga	G
1 000 000	10^6	méga	M
1 000	10^3	kilo	k
100	10^2	hecto	h
10	10^1	déca	da
0,1	10^{-1}	déci	d
0.01	10^{-2}	centi	c
0,001	10^{-3}	milli	m
0,000 001	10^{-6}	micro	μ

Abréviations pour les composés chimiques

CH ₄	Méthane
N ₂ O	Oxyde nitreux
CO ₂	Dioxyde de carbone
CO	Monoxyde de carbone
NO _x	Oxydes d'azote
COVSM	Composé organique volatil sans méthane
NH ₃	Ammoniac
CFC	Chlorofluorocarbone(s)
HFC	Hydrofluorocarbone(s)
PFC	Perfluorocarbone(s)
SF ₆	Hexafluorure de soufre
CCl ₄	Tétrachlorure de carbone
C ₂ F ₆	Hexafluoroéthane
CF ₄	Tétrafluorométhane

Équivalents standard

1 tonne de l'équivalent d'huile (toe)	1 x 10 ¹⁰ calories
10 ³ toe	41.868 TJ
1 short ton	0.9072 tonne
1 tonne	1,1023 short tons
1 tonne	1 mégagramme
1 kilotonne	1 gigagramme
1 mégatonne	1 téragramme
1 gigatonne	1 pétagramme
1 kilogramme	2,2046 livres
1 hectare	10 ⁴ m ²
1 calorie _{IT}	4,1868 joules
1 atmosphère	101,325 kPa

Unités et abréviations

mètre cube	m ³
hectare	ha
gramme	g
tonne	t
joule	J
degré Celsius	°C
calorie	cal
an	an
capita	cap
gallon	gal
matière sèche	m.s.

APPENDICE C

ABRÉVIATIONS ET ACRONYMES

AA	Autres terres restant Autres terres	DBA	Densité de biomasse aérienne
AAB	Alternatives à l'agriculture itinérante sur brûlis	DBR	Densité de biomasse racinaire
AARS	Asian Association on Remote Sensing	DDM	Différence détectable minimum
AC	Accords de Marrakech	dhp	Diamètre à hauteur de poitrine
AGO	Australian Greenhouse Gas Office	EE	Établissements restant Établissements
an	Année	EET	Économies en transition
APA	Sols argileux peu actifs	EMEP	Programme concerté de surveillance continue et d'évaluation du transport à longue distance des polluants atmosphériques en Europe
AQ	Assurance de la qualité	ES	Estimation
ATA	Sols argileux très actifs	ESE	Earth Science Enterprise (NASA)
AVHRR	Radiomètre évolué à très haute résolution	ESRI	Institut de recherche sur l'environnement
BRI	Bois rond industriel	ET	Écart type
C&I	Critères et indicateurs	ETM	Appareil de cartographie thématique améliorée
CC	Terres cultivées restant Terres cultivées	EVO	Évapotranspiration potentielle
CCNUCC	Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques	FAO	Base de données statistiques de la FAO
CDB	Convention sur la diversité biologique	FAOSTAT	Base de données statistiques de la FAO pour le secteur alimentaire et agricole
CDP	Conférence des Parties	FDP	Fonction de densité de probabilité
CEE-ONU	Commission économique des Nations unies pour l'Europe	FE	Facteur d'émissions
CIFOR	Centre pour la recherche forestière internationale	FEB	Facteur d'expansion de la biomasse
CLC	Programme CORINE de couverture terrestre	FF	Terres forestières restant Terres forestières
CNUED	Conférence des Nations unies sur l'environnement et le développement	FIA	Analyse et inventaire forestier
COM	Carbone organique mort	FRA	Évaluation des ressources forestières
CORINE	Coordination de l'information sur l'environnement	GBC	Green Building Challenge
COS	Carbone organique des sols	GDF	Gestion durable des forêts
COV	Composés organiques volatiles	GES	Gaz à effet de serre
CQ	Contrôle de la qualité	GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
CRP	Conservation Reserve Programme	GLCF	Global Land Cover Facility
CSIRO	Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation	GPG	Recommandations en matière de bonnes pratiques
CTIC	Conservation Technology Information Center	GPG2000	Recommandations du GIEC en matière de bonnes pratiques et de gestion des incertitudes pour les
D	Densité ligneuse		
DAAC	Distributed Active Archive Centre		

	inventaires nationaux de gaz à effet de serre	NEE	Échange net de l'écosystème
GPS	Système de positionnement mondial	NEP	Production nette de l'écosystème
GTOS	Système global d'observation terrestre	NF	Non fédéral
HNM	Hydrocarbures non méthaniques	NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration
HT	Hauteur totale	NPI	Inventaire national des tourbières
IC	Intervalle de confiance	NRCS	Natural Resources Conservation Service
ICOD	Commission internationale sur les grands barrages	NRI	Inventaire des ressources nationales
ID	Identification	NZLCDB	New Zealand Land-Use/Cover Database
IHDP	International Human Dimensions Programme	ONC	Operational Navigational Chart
IN	Inventaire national	ONG	Organisations non gouvernementales
IP	Inventaire partiel	ORNL	Oak Ridge National Laboratory
ISCGM	International Steering Committee for Global Mapping	PAF	Pâtes en autres fibres
LAI	Leaf Area Index	PB	Pâte de bois
LCDB	Land-Use/Cover Database	PEFC	Certification forestière pan-européenne
LFH	Horizons des sols : fermentation, litière et humus	PFR	Pâte de fibres récupérées
LIDAR	Light Detection and Ranging	PIC	Programme international concerté
LVIS	Laser Vegetation Imaging Sensor	PIGB	Programme international géosphère-biosphère
M&S	Mesure et surveillance	PMRC	Programme mondial de recherches sur le climat
m.s.	Matières sèches	PNB	Production nette du biome
Max.	Maximum	PNUE/GRID	Programme des Nations Unies pour l'environnement – Base de données sur les ressources globales
MC	Mise en œuvre conjointe	PP	Prairies restant Prairies
MDP	Mécanisme pour un développement propre	PPB	Production primaire brute
Min.	Minimum	PPN	Production primaire nette
min.	Minute	PPNA	Productivité primaire nette aérienne (g/m ² /an)
MOM	Matière organique morte	PPNS	Productivité primaire nette souterraine (g/m ² /an)
MOS	Matière organique des sols	PPNT	Productivité primaire nette totale (g/m ² /an)
Moy.	Moyenne	PPP	Parcours, Prairies, Pâturages
MSS	Multispectral Scanner	PR	Papier récupéré
n.d.	Non déterminé	PRG	Potentiel de réchauffement global
n.s.	Statistiquement sans importance	R/F	Rapport système racinaire/système foliacé
NASA	National Aeronautics and Space Administration	RDP	Réunion des Parties
NC	Non carboné		
NDVI	Indice différentiel normalisé de végétation		

RLV	Récoltes ligneuses vivaces
ROS	Radar à ouverture synthétique
ROSE	Radar à ouverture synthétique évolué
S	Soufre
SI	Surveillance intégrée
SIG	Système d'information géographique
SMOC	Système mondial d'observation du climat
SNCC	Système national de comptabilisation du carbone
SPOT	Système probatoire d'observation de la Terre
Stocks de C	Stocks de carbone
TA	Terres converties en Autres terres
TAM	Température annuelle moyenne
TC	Terres converties en Terres cultivées
TD	Téledétection
TE	Terres converties en Établissements
TF	Terres converties en Terres forestières
TP	Terres converties en Prairies
TSC	Travail du sol classique
TZ	Terres converties en Zones humides
UE	Union européenne
URL	Adresse URL
USDA	United States Department of Agriculture
USGS	United States Geologic Survey
UTM	Grille de Mercator transverse universelle
WCD	Commission mondiale sur les barrages
WRB	Base de référence mondiale pour les ressources en sols
ZEA	Zones humides, Établissements et Autres terres
ZZ	Zones humides restant Zones humides

APPENDICE D

RÉVISEURS

Réviseurs

Allemagne

Appel, V.	Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (BMVEL)
Augustin, S.	Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft (BFH)
Beerbaum	BMVEL
Benndorf, R.	Agence fédérale pour l'environnement
Butterbach-Bahl, K.	Institut für Meteorologie und Klimaforschung - Atmosphärische Umweltforschung Garmisch-Partenkirchen (IMK-IFU)
Dieter, M.	BFH
Glatzel, S.	Université de Göttingen
Heinemeyer, O.	BMVEL- Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL)
Rogasik, J.	FAL/PB
Schmitz	BMVEL
Strich, S.	BMVEL
Strogies, M.	Agence fédérale pour l'environnement

Argentine

Ginzo, H.	Ministerio de Relaciones Exteriores
Glaz, D.	Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable
Marin, N.	Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable
Nine, M.	Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio Internacional
Norverto, C.	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos

Australie

Barrett, D.	Cooperative Research Centre for Greenhouse Accounting (CRC GA)
Barry, S.	CRC GA
Brack, C.	CRC GA
Carter, J.	CRC GA Queensland Natural Resources and Mines (Qld NR&M)
Cowie, A.	CRC GA State Forest of New South Wales (SF NSW)
Dalal, R.	CRC GA Qld NR&M
Dean, C.	CRC GA
Farquar, G.	CRC GA Australian National University
Gardner, D.	CRC GA SF NSW
Gifford, R.	CRC GA Commonwealth Scientific & Industrial Research Organisation (CSIRO)
Henry, B.	CRC GA Qld NR&M
Kirschbaum, M.	CRC GA
Mitchell, C.	CRC GA
Mokany, K.	CRC GA
Montagu, K.	CRC GA NSW SF
Raison, J.	CRC GA CSIRO
Ritson, P.	CRC GA CALM, WA
Turner, B.	CRC GA
Ximenes, F.	CRC GA SF NSW

Autriche

Radunsky, K.	Agence fédérale pour l'environnement
--------------	--------------------------------------

Azerbaïdjan

Gouvernement d'Azerbaïdjan

Belgique

Vanderstraeten, M.	
Walle, I.	Université de Gand

Bénin

Guendehou, S.	Centre national de recherche scientifique et technique (CBRST)
---------------	----------------------------------------------------------------

Brésil

de Oliveira Santos, M.	
dos Santos, M.	
Fearnside, P.	Instituto Nacional de Pesquisas da Amazonia (INPA)
Fujihara, M.	Price Waterhouse Coopers
Gualda, R.	
Krug, T.	Institut interaméricain de recherches sur les changements à l'échelle du globe (IAI)
Miguez, J.D.	Ministère des Sciences et technologies
Monteiro Lourenço, R.	
Paciornik, N.	Ministère des Sciences et technologies
Tavares de Lima, I.	
Vianna Rodrigues, R.	

Canada

Bernier, P.	Service canadien des forêts
Blain, D.	Environnement Canada
Boehm, M.	Agriculture et agroalimentaire Canada
Boysen, E.	Ministère des Ressources naturelles, Ontario
Brierley, T.	Agriculture et agroalimentaire Canada
Chang, L.	Environnement Canada
Chen, J.	Université de Toronto
Chen, W.	Ressources naturelles Canada CCRS
Fernandes, R.	Ressources naturelles Canada CCRS
Graham, P.	Service canadien des forêts
Gray, P.	Ministère des Ressources naturelles, Ontario
Henderson, L.	Environnement Canada
Jaques, A.	Gouvernement du Canada / Environnement Canada
Leckie, D.	Service canadien des forêts
Lempriere, T.	Service canadien des forêts
Magnussen, S.	Service canadien des forêts
McConkey, B.	Agriculture et agroalimentaire Canada
McGovern, M.	Environnement Canada
Trofymow, J.	Service canadien des forêts
Varfalvy, L.	Hydro-Québec

Wellisch, M.	Environnement Canada	Stokes, B.	USDA Forest Service R&D
		Wirth, T.	USEPA
Chili			
Bahamondez, C.	Centro de Información Forestal (CINFOR)	Fédération de Russie	
		Bedritsky, A.	Service d'hydrométéorologie et de surveillance de l'environnement de la Fédération de Russie
Chine, République populaire de		Filipchuk, A.	All-Russian Scientific and Research Institute for Forestry and Mechanization / International Centre on Forests / Institute for Silviculture and Forest Mechanization(VNILM)
Chen, Z.	Météorologie nationale chinoise	Gytarsky, M.	Institut du climat mondial et de l'écologie
Gao, Y.	Météorologie nationale chinoise	Karaban, R.	Institut du climat mondial et de l'écologie
Kong, X.	Ministère des Affaires étrangères	Moiseev, B.	International Centre on Forests
Li, L.	Commission nationale pour la planification de l'urbanisme	Nazarov, I.	Institut du climat mondial et de l'écologie
Li, Y.	Académie nationale d'agriculture	Romanovskaya, A.	Institut du climat mondial et de l'écologie
Liu, H.	Centre national pour la météorologie	Finlande	
Liu, S.	Académie chinoise de sylviculture	Alm, J.	Institut finlandais de recherche en sylviculture
Lv, X.	Ministère des sciences et technologies	Esala, M.	MTT Agrifood Research Finland
Ma, A.	Commission nationale pour la planification de l'urbanisme	Heikinheimo, P.	Ministère de l'Environnement
Qin, D.	Météorologie nationale chinoise	Heino, P.	Fédération finlandaise des industries forestières
Wang, B.	Météorologie nationale chinoise	Laine, J.	Université de Helsinki
Wang, X.	Administration nationale sylviculture	Lapveteläinen, T.	Ministère de l'Agriculture et de la sylviculture
Xu, D.	Académie chinoise de sylviculture	Lehtonen, A.	Institut finlandais de recherche en sylviculture
Yan, C.	Ministère de l'Agriculture	Monni, S.	VTT Technical Research Centre of Finland
Yang, Z.	Centre national de météorologie satellite	Muukkonen, J.	STAT, Statistics Finland
Yi, X.	Ministère des Affaires étrangères	Myllys, M.	MTT Agrifood Research Finland
Ying, N.	Météorologie nationale chinoise	Pajukallio, A.	Ministère de l'Environnement
Zhang, L.	Centre national de météorologie satellite	Perälä, P.	MTT Agrifood Research Finland
Zhang, X.	Académie chinoise de sylviculture	Pingoud, K.	VTT Technical Research Centre of Finland
Zheng, G.	Météorologie nationale chinoise	Regina, K.	MTT Agrifood Research Finland
		Savolainen, I.	VTT Technical Research Centre of Finland
Colombie			
Gouvernement de Colombie			
Congo, République démocratique du			
Ntombi	GIEC/Point Focal	Seppänen, A.	Ministère de l'Environnement
Espagne			
Díaz, C.	OECC-MMA	Smolander, A.	Institut finlandais de recherche en sylviculture
Sanchez-Pena, G.	Ministère de l'Environnement	Starr, M.	Institut finlandais de recherche en sylviculture
Sanz, M.	Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo (CEAM)	Tomppo, E.	Institut finlandais de recherche en sylviculture
Vallejo, R.	Université de Barcelone	Vainio-Mattila, M.	Ministère de l'Agriculture et de la sylviculture
États-Unis			
Andrasko, K.	USEPA	Yli-Halla, M.	MTT Agrifood Research Finland
Birdsey, R.	USDA Forest Service	France	
Buford, M.	USDA Forest Service R&D	Loisel, C.	Office national des forêts (ONF) – Inventaire forestier national (INF)
DeAngelo, B.	USEPA	Pignard, G.	ONF–INF, Institut national de la recherche agronomique (INRA) –
Franzluebbers, A.	USDA ARS		
Goklany, I.	USDA Forest Service		
Higgs, M.	USDA Forest Service R&D		
Hohenstein, W.	USDA		
Hrubovcak, J.	USDA		
Irving, W.	USEPA		
Kruger, D.	USEPA		
Lund, H.	Forest Information Services		
Norfleet, L.	USDA NRCS		
Sampson, R.	The Sampson Group, Inc.		
Sperow, M.	Université de West Virginia		

	Mission interministérielle de l'effet de serre (MIES)	Shirato, Y.	INSA
Riedacker, A.	ONF–IFN, INRA–MIES	Sweda, T.	Université Ehime
Seguin, B.	IFN	Takahashi, M.	FFPRI
		Taniyama, I.	INSA
		Tanouchi, H.	FFPRI
Irlande		Japon (suite)	
Fay, D.	Irish Agriculture and Food Development Authority (TEAGASC)	Tonosaki, M.	FFPRI
Gallagher, G.	National Council for Forest Research and Development (COFORD)	Tsuruta, H.	INSA
Hendrick, E.	COFORD	Watanabe, T.	Agence forestière, Ministère de l'Agriculture
Michael, Y.	AT ENVIRON	Yagi, K.	INSA
		Yamagata, Y.	Institut national pour l'étude de l'environnement
Islande		Yasuoka, Y.	Université Tokyo
Ministère de l'Environnement			
Italie		Kenya	
Lumicisi, A.	Ministère de l'Environnement et du territoire national	Ambenje, P.	
Tubiello, F.	Université de Columbia	Marigi, S.	
		Munah, P.	
		Njihia, J.	
		Wairoto, J.	Service national de météorologie
Japon		Malaisie	
Fujimori, T.	Association japonaise de technologie forestière	Ministère des Sciences, technologies et de l'environnement (MOSTE)	
Handa, M.	Organisation pour le paysage et le développement de la technologie pour la verdure urbaine	Chan, K.	Malaysian Palm Oil Board (MPOB)
Harada, T.	Agence forestière, Ministère de l'Agriculture		
Hayashi, Y.	Institut national des sciences agri-environnementales (INSA)	Nouvelle-Zélande	
Higashi, M.	Ministère des Infrastructures et du transport (MIT)	Baisden, T.	Landcare Research
Hiranuma, K.	MIT	Barton, J.	New Zealand Climate Change Office
Honda, Y.	Université Chiba	Beets, P.	Forest Research
Inoue, G.	Institut national pour l'étude de l'environnement	Edwards, S.	Ministry of Agriculture and Forestry (MAF)
Ishizuka, M.	Institut de recherches sur la sylviculture et les produits forestiers (FFPRI)	Ford-Robertson, J.	Ford-Robertson Initiatives Ltd
Itakura, T.	Ministère de l'Éducation, des sciences, des sports et de la culture	Goulding, C.	Forest Research
Itakura, K.	MIT	Jebson, M.	MAF
Kato, J.	MIT	Lane, P.	MAF
Kobayashi, S.	FFPRI	Maclaren, P.	Piers Maclaren and Associates
Kohyama, T.	Université Hokkaido	Manley, B.	School of Forestry, Canterbury University
Koike, T.	Université Hokkaido, Forêts, FSC	Novis, J.	MAF
Matsumoto, M.	FFPRI	Plume, H.	New Zealand Climate Change Office
Minami, K.	INSA	Reisinger, A.	New Zealand Climate Change Office
Morikawa, Y.	Université Waseda	Robertson, K.	Force Consulting Ltd
Muto, N.	Agence forestière, Ministère de l'Agriculture	Rys, G.	MAF
Nara, C.	Ministère de l'Environnement	Smith, B.	MAF
Nouchi, I.	INSA	Stephens, P.	Landcare Research
Ogiwara, H.	Agence forestière, Ministère de l'Agriculture	Tate, K.	Landcare Research
Ohta, S.	FFPRI	Trotter, C.	Landcare Research
Oikawa, K.	Université Tsukuba	Ward, M.	New Zealand Climate Change Office
Okuda, T.	Institut national pour l'étude de l'environnement	Wratt, D.	National Institute of Water and Atmospheric Research (NIWA)
Shibasaki, R.	Université Tokyo		
Shimizu, K.	FFPRI	Nigeria	
		Obioh, I.	DERD, OUA
		Norvège	
		Aalde, H.	Norwegian Institute of Land Inventory (NIJOS)
		de Wit, H.	Skogforsk / NIJOS
		Eldhuset, T.	Skogforsk
		Flugsrud, K.	Statistic Norway

Grønlund, A.	Norwegian Centre for Soil and Environmental Research		
Klokk, T.	Directorate for Nature Management		
Lindstad, B.	Agricultural University of Norway		
Nilsen, P.	Skogforsk		
Norvège (suite)			
Njøs, A.	Jordforsk		
Pettersen, M.	Direction norvégienne de la lutte contre la pollution		
Rosland, A.	Direction norvégienne de la lutte contre la pollution		
Rypdal, K.	Centre for International Climate and Environmental Research Oslo (CICERO)		
Sletnes, A.	Ministère de l'Agriculture		
Solberg, B.	Directorate for Nature Management		
Tomter, S.	NIJOS		
Torvanger, A.	CICERO		
Utseth, A.	Directorate for Nature Management		
Vestgarden, L.	Jordforsk		
Oman			
bin Ali Al-Hakmani, M.	Ministère des Municipalités régionales, de l'environnement, et des ressources en eau		
Pays-Bas			
Abeelen, C.	Société néerlandaise pour l'énergie et l'environnement (Novem)		
Batjes, N.	International Soil Reference and Information Centre (ISRIC)/WDC for soils		
Clabbers, B.	Ministerie Landbouw, Natuur en Visserij (LNV)		
Dirkse, G.	ALTERRA		
Groesz, F.	NEO		
Moors, E.	ALTERRA		
Nabuurs, G.	ALTERRA		
Paasman, J.	Bosdata		
Trines, E.	LNV		
van Tol, G.	EC-LNV		
Pologne			
Olecka, A.	Centre de météorologie, Institut de météorologie et gestion en eau		
Portugal			
Ferreira, C.	DG Forêts		
Seixas, J.	Université nouvelle de Lisbonne		
Royaume-Uni			
Broadmeadow, M.	Forest Research		
Grace, J.	Edinburgh University		
Gregory, S.	FC		
Penman, J.	Department for Environment, Food & Rural Affairs (DEFRA)		
Smith, K.	University of Edinburgh		
Soudan			
Elgizouli, I.	Higher Council for Environment and Natural Resources (HCENR)		
Elhassan, N.	HCENR		
Sri Lanka			
Punyawardena, B.	Ministère de l'Agriculture		
Suède			
Boström, B.	Agence suédoise de protection de l'environnement/Agence suédoise de l'énergie		
Eriksson, H.	Service National de Foresterie/Agence suédoise de protection de l'environnement		
Lilliesköld, M.	Agence suédoise de protection de l'environnement		
Österberg, K.	Université suédoise des sciences de l'agriculture / Agence suédoise de protection de l'environnement		
Ståhl, G.	Université suédoise des sciences de l'agriculture		
Suisse			
Filliger, P.	Gouvernement suisse		
Robledo, C.	Laboratoire fédéral d'essai des matériaux et de recherche (EMPA)		
Romero, J.	Gouvernement suisse		
Tadjikistan			
Novikov, V.	Service d'hydrométéorologie de Tadjikistan		
Turquie			
Sensoy, S.	Turkish State Meteorological Service (TSMG)		
Tuvalu			
Fry, I.	Ministère de l'Environnement		
Commission européenne (CE)			
Herold, A.	Öko-Institut		
Matteucci, G.	Centre commun de recherches, Institut pour l'environnement et le développement durable (JRC IES)		
Seufert, G.	JRC IES		
Wenning, M.			
Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (UAA)			
Friedrich, T.	UAA		
Holmgren, P.	UAA		
Killmann, W.	UAA		
Schoene, D.	UAA		
Convention cadre des Nations unies sur les changements climatiques			
Forner, C.	CCNUCC		
Granholm, H.	CCNUCC		
Agence spatiale européenne			
Arino, O.	ASE		
Dees, M.	GAF, Munich		

Fernández-Prieto, D. ASE
Volden, E. ASE

World Wildlife Fund
Rakonczay, Z. WWF