

**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 Sheikhattin 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

<b>3.1</b>	<b>INTRODUCTION</b>	<b>3.11</b>
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 du GIEC</i> .....	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 <sub>2</sub> 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
<b>3.2</b>	<b>TERRES FORESTIERES</b>	<b>3.23</b>
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 <sub>2</sub> .....	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 <sub>2</sub> .....	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
<b>3.3</b>	<b>TERRES CULTIVÉES</b>	<b>3.71</b>
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 <sub>2</sub> .....	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 <sub>2</sub> .....	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
<b>3.4</b>	<b>PRAIRIES</b>	<b>3.107</b>
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 <sub>2</sub> .....	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 <sub>2</sub> .....	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
<b>3.5</b>	<b>ZONES HUMIDES</b>	<b>3.139</b>
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
<b>3.6</b>	<b>ETABLISSEMENTS</b>	<b>3.147</b>
3.6.1	Établissements restant établissements.....	3.147
3.6.2	Terres converties en établissements.....	3.147
<b>3.7</b>	<b>AUTRES TERRES</b>	<b>3.149</b>
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
<b>Appendice 3A.1</b> Tableaux de valeurs par défaut pour la biomasse pour la Section 3.2 Terres forestières		<b>3.155</b>
<b>Appendice 3A.2</b> Tableaux de notification et Feuilles de calculs		<b>3.191</b>
<b>Appendix 3a.1</b> Produits ligneux récoltés : Base d'un futur développement méthodologique		<b>3.261</b>
<b>Appendix 3a.2</b> Émissions sans CO <sub>2</sub> résultant du drainage et de la ré-humidification des sols forestiers : Base d'un futur développement méthodologique		<b>3.279</b>
<b>Appendix 3a.3</b> Zones humides restant zones humides : Base d'un futur développement méthodologique		<b>3.283</b>
<b>Appendix 3a.4</b> Établissements: Base d'un futur développement méthodologique		<b>3.301</b>
<b>Références</b>		<b>3.307</b>

## 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 <sub>2</sub> 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 <sub>2</sub> O par les forêts gérées.....	3.46
Équation 3.2.18	Émissions directes de N <sub>2</sub> O résultant de la fertilisation des forêts.....	3.47
Équation 3.2.19	Estimation des émissions de gaz sans CO <sub>2</sub> 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 <sub>2</sub> 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 <sub>2</sub> 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 <sub>2</sub> O par les sols minéraux des terres converties en terres cultivées.....	3.96
Équation 3.3.14	Émissions de N <sub>2</sub> 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 a 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 <sub>2</sub> 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 <sub>2</sub> -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 <sub>REF</sub> ) .....	3.43
Tableau 3.2.5	Sources d'incertitude pour les estimations d'émission/d'absorption de CO <sub>2</sub> 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 <sub>REF</sub> ) .....	3.78
Tableau 3.3.4	Facteurs de variation des stocks relatifs (F <sub>UT</sub> , F <sub>RG</sub> , et F <sub>A</sub> ) (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 <sub>UT</sub> , F <sub>RG</sub> , F <sub>A</sub> ) 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 <sub>REF</sub> ) .....	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 CO<sub>2</sub> et de gaz sans CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub>, 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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub>, 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 CO<sub>2</sub> (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.

<b>TABLEAU 3.1.1</b>			
<b>CORRESPONDANCES ENTRE LES SECTIONS DU CHAPITRE 5 DES LIGNES DIRECTRICES DU GIEC – VERSION 1996 – ET LES SECTIONS DU CHAPITRE 3 DU PRESENT RAPPORT</b>			
<b>Utilisation des terres pendant la période initiale</b>	<b>Utilisation des terres pendant l'année de notification (en cours)</b>	<b>Sous-section du Chapitre 3<sup>1</sup></b>	<b>Lignes directrices du GIEC<sup>2</sup></b>
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	<b>3.3.2</b>	5 B, 5 D
Prairies	Terres cultivées	<b>3.3.2</b>	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	<b>3.4.2</b>	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	<b>3.5.2</b>	5 B
Terres cultivées	Zones humides	3.5.2	5 E
Prairies	Zones humides	<b>3.5.2</b>	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	<b>3.6.2</b>	5 B
Terres cultivées	Établissements	3.6.2	5 E
Prairies	Établissements	<b>3.6.2</b>	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	<b>3.7.2</b>	5 B
Terres cultivées	Autres terres	3.7.2	5 E
Prairies	Autres terres	<b>3.7.2</b>	5 B
Zones humides	Autres terres	3.7.2	5 E
Établissements	Autres terres	3.7.2	5 E

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

<sup>2</sup> 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 CO<sub>2</sub> 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 forêts<sup>1</sup>.*

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 CO<sub>2</sub>, 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 CO<sub>2</sub> 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.

<sup>1</sup> 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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> et de gaz sans CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> et de gaz sans CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> et les gaz sans CO<sub>2</sub>. 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 CO<sub>2</sub> et les gaz sans CO<sub>2</sub> 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 <sup>2</sup>		Description (voir également les remarques ci-dessous en italiques)
<b>Biomasse vivante</b>	Biomasse aérienne	Totalité de la biomasse vivante <sup>3</sup> 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.
<b>Matière organique morte</b>	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.
<b>Sols</b>	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 CO<sub>2</sub> 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.

<sup>2</sup> 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.

<sup>3</sup> 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 :  $\Delta C$  = variation des stocks de carbone du bassin, tonnes C an<sup>-1</sup>

$S$  = 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<sup>-1</sup> an<sup>-1</sup>

$C_P$  = taux de pertes de carbone, tonnes C ha<sup>-1</sup> an<sup>-1</sup>

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 CO<sub>2</sub> 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 CH<sub>4</sub> et de N<sub>2</sub>O imputables au brûlage de la savane et des résidus agricoles, les émissions directes et indirectes de N<sub>2</sub>O par les terres agricoles, et les émissions de CH<sub>4</sub> 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 CO<sub>2</sub> (N<sub>2</sub>O et CH<sub>4</sub>) imputables aux feux de forêts (Section 3.2.1.4) ;
- Émissions de N<sub>2</sub>O imputables aux forêts gérées (fertilisées) (Section 3.2.1.4) ;
- Émissions de N<sub>2</sub>O imputables au drainage des sols forestiers (Appendice 3a.2) ;
- Émissions de N<sub>2</sub>O et CH<sub>4</sub> imputables aux zones humides gérées (Appendice 3a.3) ; et
- Émissions de N<sub>2</sub>O 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 pays<sup>4</sup> 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,

<sup>4</sup> 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 MATIÈRE 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

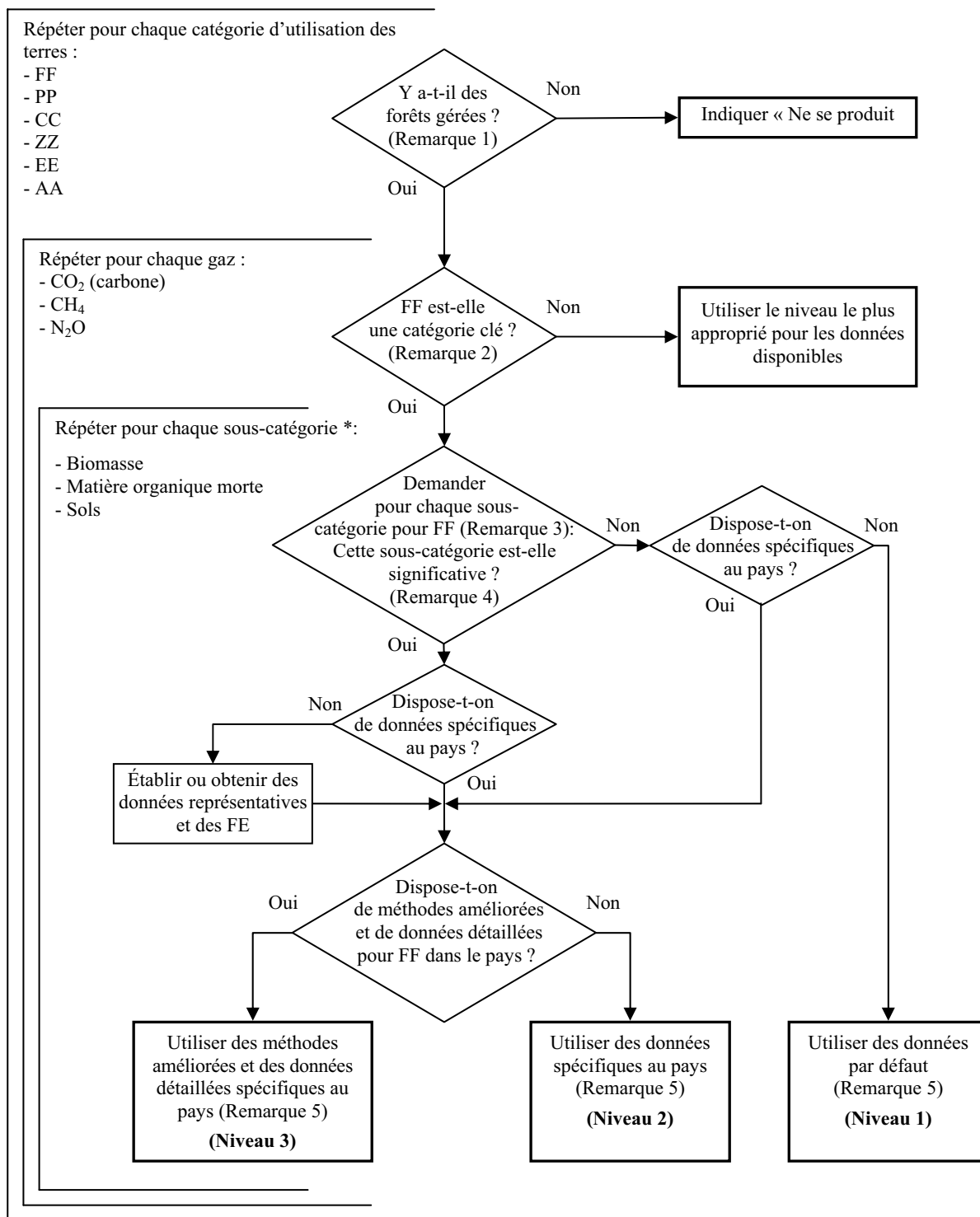
Les *bonnes pratiques* consistent à mettre en oeuvre des méthodes offrant le niveau de certitude le plus élevé, tout en utilisant les ressources disponibles le plus efficacement possible. Les décisions sur le choix du niveau et de l'utilisation des ressources pour améliorer l'inventaire doivent tenir 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 CO<sub>2</sub> (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 GIEC*. 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).

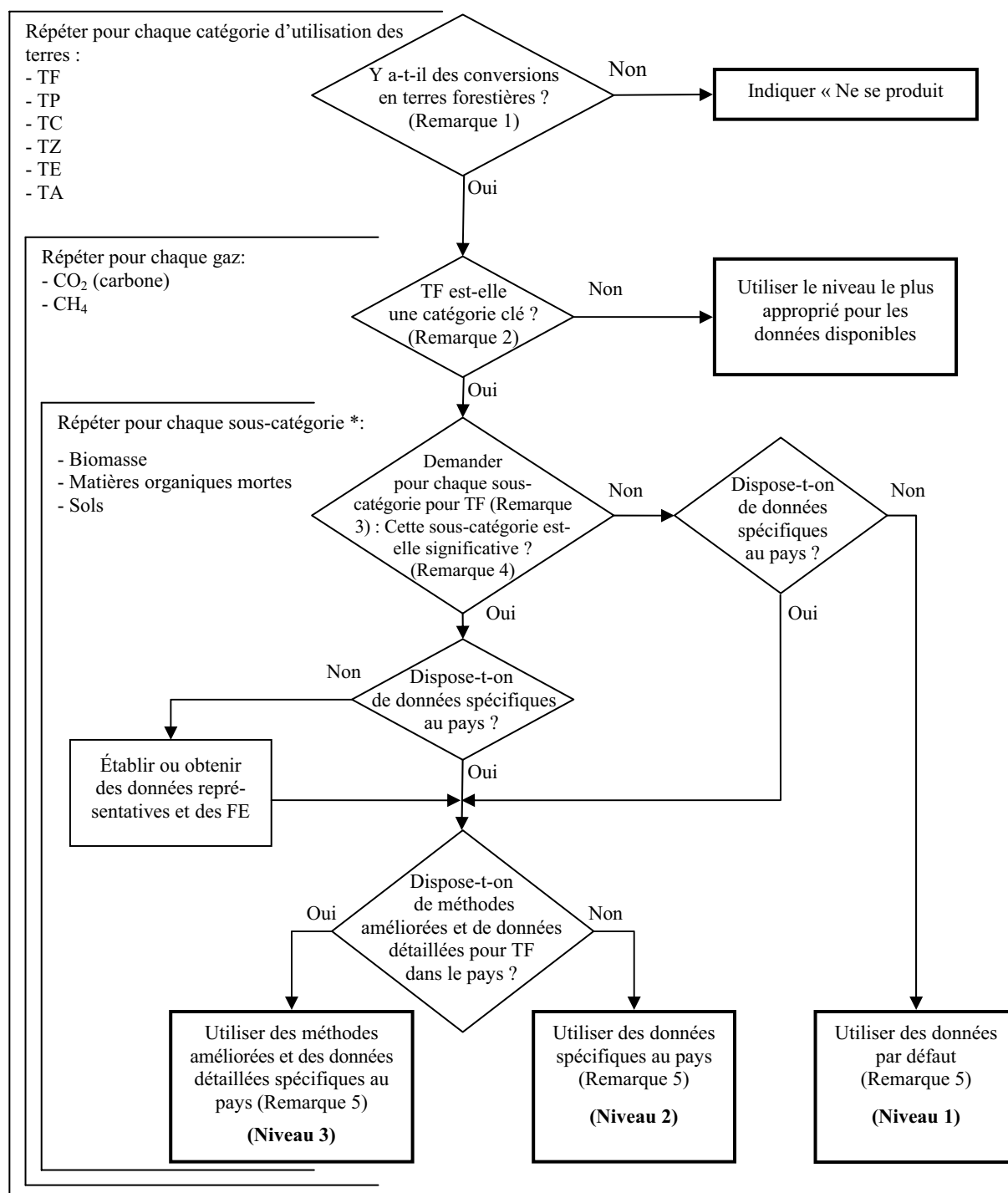
**Remarque 3** : Voir Tableau 3.1.2 pour la caractérisation des sous-catégories.

**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.

**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)**



**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**

<b>Gaz</b>	<b>Sous-catégorie</b>
CO <sub>2</sub>	Biomasse vivante
	Matière organique morte
	Sols
N <sub>2</sub> O	Feux
	Minéralisation des matières organiques des sols
	Apports d'azote
	Culture de sols organiques
CH <sub>4</sub>	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 CO<sub>2</sub>) 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 CO<sub>2</sub> et émissions de gaz sans CO<sub>2</sub> sont en gigagrammes (Gg). Pour convertir les tonnes C en Gg CO<sub>2</sub>, multiplier la valeur par 44/12 et 10<sup>-3</sup>. Pour convertir les unités de kg N<sub>2</sub>O-N en Gg N<sub>2</sub>O, multiplier la valeur par 44/28 et 10<sup>-6</sup>.

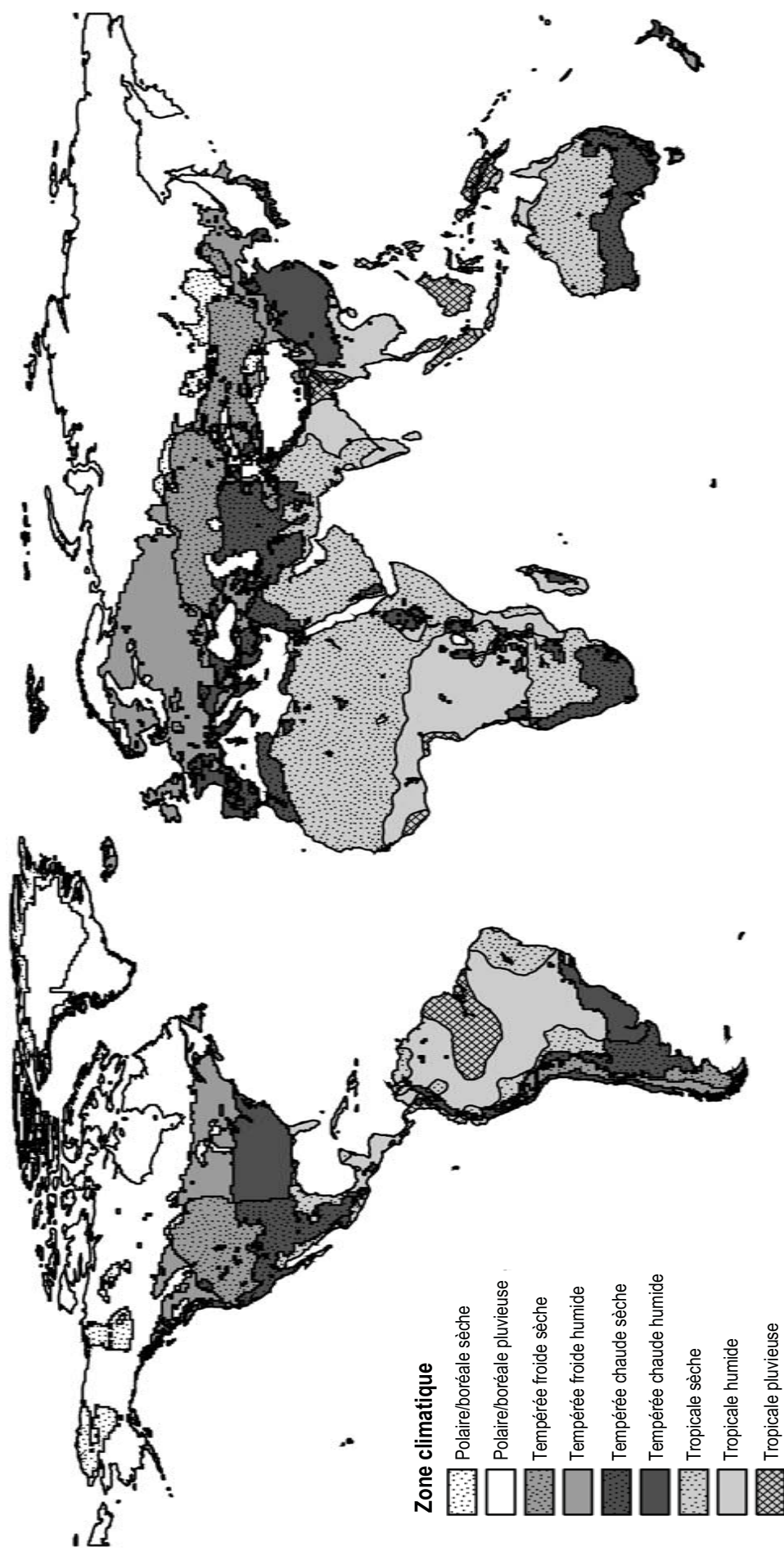
#### *Convention*

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 CO<sub>2</sub> ; 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 années<sup>1</sup>. 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 CO<sub>2</sub>.

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 CO<sub>2</sub> 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><b>ÉQUATION 3.2.1</b></p> <p><b>ÉMISSIONS OU ABSORPTIONS ANNUELLES PAR DES TERRES FORESTIÈRES RESTANT TERRES FORESTIÈRES</b></p> $\Delta C_{FF} = (\Delta C_{FF_{BV}} + \Delta C_{FF_{MOM}} + \Delta C_{FF_{Sols}})$
---

Où :  $\Delta C_{FF}$  = variation annuelle des stocks de carbone des terres forestières restant terres forestières C an<sup>-1</sup>

<sup>1</sup> 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<sup>-1</sup>

$\Delta C_{FF_{MOM}}$  = 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<sup>-1</sup>

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

Pour convertir les tonnes C en Gg CO<sub>2</sub>, multiplier la valeur par 44/12 et 10<sup>-3</sup>. 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<sup>-1</sup>

$\Delta C_{FF_A}$  = augmentation annuelle des stocks de carbone résultant de la croissance de la biomasse, tonnes C an<sup>-1</sup>

$\Delta C_{FF_D}$  = diminution annuelle des stocks de carbone résultant des pertes de biomasse, tonnes C an<sup>-1</sup>

**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<sub>2</sub> et au point temporel t<sub>1</sub>, 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<sup>-1</sup>

C<sub>t<sub>2</sub></sub> = carbone total de la biomasse, calculé au point temporel t<sub>2</sub>, tonnes C

C<sub>t<sub>1</sub></sub> = carbone total de la biomasse, calculé au point temporel t<sub>1</sub>, tonnes C

V = volume marchand, m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>

D = densité ligneuse de base, tonnes m.s. m<sup>-3</sup> de volume marchand

FEB<sub>2</sub> = 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.)<sup>-1</sup>

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 ( $\Delta C_{FF_A}$ )

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 :  $\Delta C_{FF_A}$  = 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<sup>-1</sup>

$S_{ij}$  = 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<sup>-1</sup> an<sup>-1</sup>



FC = fraction de carbone de la matière sèche (défaut = 0,5), tonnes C (tonne m.s.)<sup>-1</sup>

### 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.

<b>ÉQUATION 3.2.5</b>	
<b>ACCROISSEMENT ANNUEL MOYEN DE LA BIOMASSE</b>	
$A_{TOTAL} = A_A \cdot (1 + R)$	<b>(A)</b> 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>(B)</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<sup>-1</sup> an<sup>-1</sup>
  - $A_A$  = accroissement annuel moyen de la biomasse aérienne, tonnes m. s. ha<sup>-1</sup> an<sup>-1</sup> ; 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, m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> an<sup>-1</sup> ; Tableau 3A.1.7
  - D = densité ligneuse de base, tonnes m.s. m<sup>-3</sup> ; 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 ( $\Delta C_{FFD}$ )

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) :

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

Où :  $\Delta C_{FFD}$  = diminution annuelle des stocks de carbone due à la perte de biomasse des terres forestières restant terres forestières, tonnes C an<sup>-1</sup>

$P_{abattages}$  = perte annuelle de carbone due aux abattages commerciaux, tonnes C an<sup>-1</sup> (voir Équation 3.2.7)

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

$P_{autres\ pertes}$  = autres pertes annuelles de carbone, tonnes C an<sup>-1</sup> (voir Équation 3.2.9)

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

<p><b>ÉQUATION 3.2.7</b></p> <p><b>PERTE ANNUELLE DE CARBONE DUE AUX ABATTAGES COMMERCIAUX</b></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<sup>-1</sup>

$H$  = volume extrait annuellement, bois rond, m<sup>3</sup> an<sup>-1</sup>

$D$  = densité ligneuse de base, tonnes m.s. m<sup>-3</sup> ; 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.)<sup>-1</sup>

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><b>ÉQUATION 3.2.8</b></p> <p><b>PERTE ANNUELLE DE CARBONE DUE A LA COLLECTE DE BOIS DE FEU</b></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<sup>-1</sup>

$CBF$  = volume annuel de bois de feu collecté, m<sup>3</sup> an<sup>-1</sup>

$D$  = densité ligneuse de base, tonnes m.s. m<sup>-3</sup> ; 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.)<sup>-1</sup>

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 CO<sub>2</sub>) pour l'estimation des émissions de CO<sub>2</sub> et de gaz sans CO<sub>2</sub> 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><b>ÉQUATION 3.2.9</b>  <b>AUTRES PERTES ANNUELLES DE CARBONE</b>  <math display="block">P_{\text{autrespertes}} = S_{\text{perturbation}} \cdot B_W \cdot (1 - f_{\text{BL}}) \cdot FC</math></p>
--

Où :  $P_{\text{autrespertes}}$  = autres pertes annuelles de carbone, tonnes C an<sup>-1</sup>

$S_{\text{perturbation}}$  = superficies forestières affectées par les perturbations, ha an<sup>-1</sup>

$B_W$  = stocks moyens de biomasse des superficies forestières, tonnes m.s. ha<sup>-1</sup> ; Tableaux 3A.1.2, 3A.1.3, et 3A.1.4

$f_{\text{BL}}$  = 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.)<sup>-1</sup>

**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,  $f_{\text{BL}}$  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 ( $A_{\text{TOTAL}}$ ) 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 ( $\Delta C_{\text{FF}_A}$ ) 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 ( $\Delta C_{\text{FF}_P}$ ) 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 CO<sub>2</sub> et de gaz sans CO<sub>2</sub>. 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 CO<sub>2</sub> dues au feu et l'Équation 3.2.9 pour le calcul des émissions de CO<sub>2</sub> 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  $\pm 10$ -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 :  $\Delta C_{FF\_MOM}$  = 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<sup>-1</sup>

$\Delta C_{FF\_BM}$  = variation des stocks de carbone du bois mort des terres forestières restant terres forestières, tonnes C an<sup>-1</sup>

$\Delta C_{FF\_LT}$  = variation des stocks de carbone de la litière des terres forestières restant terres forestières, tonnes C an<sup>-1</sup>

### 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 CO<sub>2</sub> par le bois mort seront calculées avec l'Équation 3.2.11 au Niveau 2 ou 3.

**ÉQUATION 3.2.11**  
**VARIATION ANNUELLE DES STOCKS DE CARBONE DU BOIS MORT DES TERRES FORESTIERES RESTANT**  
**TERRES FORESTIERES**  
**(OPTION 1)**

$$\Delta C_{FF_{BM}} = [S \cdot (B_{vers} - B_{par})] \cdot FC$$

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

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

B<sub>vers</sub> = transfert annuel moyen vers le bois mort, tonnes m.s. ha<sup>-1</sup> an<sup>-1</sup>

B<sub>par</sub> = transfert annuel moyen par le bois mort, tonnes m.s. ha<sup>-1</sup> an<sup>-1</sup>

FC = fraction de carbone de la matière sèche (défaut = 0,5), tonnes C (tonne m.s.)<sup>-1</sup>

B<sub>vers</sub>, 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<sub>par</sub>, 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<sub>vers</sub> et B<sub>par</sub> 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.

**ÉQUATION 3.2.12**  
**VARIATION ANNUELLE DES STOCKS DE CARBONE DU BOIS MORT DES TERRES FORESTIERES RESTANT**  
**TERRES FORESTIERES**  
**(OPTION 2)**

$$\Delta C_{FF_{BM}} = [S \cdot (B_{t_2} - B_{t_1}) / T] \cdot FC$$

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

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

B<sub>t1</sub> = stocks de bois mort au point temporel t<sub>1</sub> pour des terres forestières gérées restant terres forestières, tonnes m.s. ha<sup>-1</sup>

B<sub>t2</sub> = stocks de bois mort au point temporel t<sub>2</sub> (point temporel antérieur) pour des terres forestières gérées restant terres forestières, tonnes m.s. ha<sup>-1</sup>

T (= t<sub>2</sub> - t<sub>1</sub>) = 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.)<sup>-1</sup>

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<sup>-1</sup>

$C_i$  = stocks de litière stables, à l'état antérieur  $i$ , tonnes C ha<sup>-1</sup>

$C_j$  = stocks de litière stables, à l'état actuel  $j$ , tonnes C ha<sup>-1</sup>

$S_{ij}$  = 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<sup>-1</sup>

$f_{intensité\ gestion(i)}$  = 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.

<b>TABLEAU 3.2.1</b> <b>VALEURS PAR DEFAUT MISES A JOUR POUR LES STOCKS DE CARBONE DE LA LITIERE (TONNES C HA<sup>-1</sup>) ET PERIODES DE TRANSITION (ANNEES)</b> (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 <sup>-1</sup> )		Durée de la période de transition (années)		Accumulation annuelle nette du carbone de la litière pendant la période de transition <sup>bc</sup> (tonnes C ha <sup>-1</sup> an <sup>-1</sup> )		Accumulation annuelle nette du carbone de la litière, basée sur une période par défaut de 20 ans (tonnes C ha <sup>-1</sup> an <sup>-1</sup> )	
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) <sup>a</sup>	27 (17-42) <sup>a</sup>	50	80	0,6	0,4	1,4	1,4
Froid tempéré, humide	16 (5-31) <sup>a</sup>	26 (10-48) <sup>a</sup>	50	50	0,3	0,5	0,8	1,3
Chaud tempéré, sec	28,2 (23,4-33,0) <sup>a</sup>	20,3 (17,3-21,1) <sup>a</sup>	75	75	0,4	0,3	1,4	1,0
Chaud tempéré, humide	13 (2-31) <sup>a</sup>	22 (6-42) <sup>a</sup>	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).

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

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

<sup>c</sup> 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 <sup>a</sup>	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 <sup>-1</sup> )	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.

<sup>a</sup> 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  $\pm 30$  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<sup>-2</sup>, 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.

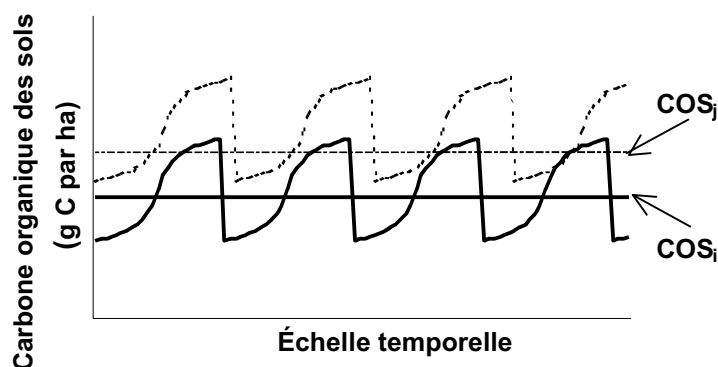
La méthode proposée reconnaît l'impact important du type de forêt, des activités de gestion ou des régimes des perturbations sur le bilan de carbone des sols minéraux forestiers, et permet l'intégration des connaissances et données scientifiques disponibles. Cependant, en raison du caractère incomplet 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  $\text{CH}_4$ , alors que dans des conditions aérobies le flux de carbone dans l'atmosphère est essentiellement du  $\text{CO}_2$ . 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  $\text{CO}_2$  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  $\text{CH}_4$ . La quantité des émissions de  $\text{CO}_2$  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  $\text{CO}_2$  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  $\text{CO}_2$ ). Le  $\text{CO}_2$  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**

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

Où

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

Où :  $\Delta C_{FF_{Minéraux}}$  = variation annuelle des stocks de carbone des sols minéraux des terres forestières restant terres forestières, tonnes C an<sup>-1</sup>

$COS_i$  = stocks de carbone organique stable des sols, à l'état antérieur  $i$ , tonnes C ha<sup>-1</sup>

$COS_j$  = stocks de carbone organique stable des sols, à l'état actuel  $j$ , tonnes C ha<sup>-1</sup>

$S_{ij}$  = 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.

$COS_{réf}$  = stocks de carbone de référence, pour une forêt naturelle non gérée, pour un sol donné, tonnes C ha<sup>-1</sup>

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

$f_{intensité\ gestion(i)}$  = 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

$f_{régime\ perturb(i)}$  = 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  $f_{types\ forêts}$ ,  $f_{intensité\ gestion}$ , et  $f_{régime\ perturb}$  reflétant l'impact des types de forêt, pratiques de gestion ou régimes de perturbations sur le carbone organique des sols minéraux, et des valeurs  $COS_{réf}$  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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> PAR LES SOLS FORESTIERS ORGANIQUES DRAINÉS

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

Où :  $\Delta C_{FF_{\text{Organiques}}}$  = émissions de CO<sub>2</sub> par les sols forestiers organiques drainés, tonnes C an<sup>-1</sup>

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

$FE_{\text{Drainage}}$  = facteur pour les émissions de CO<sub>2</sub> des sols forestiers organiques drainés, tonnes C ha<sup>-1</sup> an<sup>-1</sup>  
(voir Tableau 3.2.3)

Biomes	Facteurs d'émissions (tonnes C ha <sup>-1</sup> an <sup>-1</sup> )	
	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  $FE_{\text{Drainage}}$  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  $FE_{\text{Drainage}}$  représentatives.

**Niveau 3 :** A ce niveau, la méthodologie est basée sur l'estimation des émissions et absorptions de CO<sub>2</sub>-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 CO<sub>2</sub> et CH<sub>4</sub>. La méthodologie devra aussi suivre les procédures d'estimation pour les gaz à effet

de serre sans CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> 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<sup>-1</sup> 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)<sup>-1</sup>), par la profondeur correspondante et par la densité apparente (Mg m<sup>-3</sup>), 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 <sup>1</sup>	Sols APA <sup>2</sup>	Sols sablonneux <sup>3</sup>	Sols spodiques <sup>4</sup>	Sols volcaniques <sup>5</sup>	Sols des zones humides <sup>6</sup>
Boréale	68	S/O	10 <sup>#</sup>	117	20 <sup>#</sup>	146
Froide tempérée, sèche	50	33	34	S/O	20 <sup>#</sup>	87
Froide tempérée, humide	95	85	71	115	130	
Chaude tempérée, sèche	38	24	19	S/O	70 <sup>#</sup>	88
Chaude tempérée, humide	88	63	34	S/O	80	
Tropicale, sèche	38	35	31	S/O	50 <sup>#</sup>	86
Tropicale, humide	65	47	39	S/O	70 <sup>#</sup>	
Tropicale, pluvieuse	44	60	66	S/O	130 <sup>#</sup>	

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*.

<sup>1</sup> 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).

<sup>2</sup> 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).

<sup>3</sup> 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 Arenosols ; la nomenclature USDA inclut les Psammets).

<sup>4</sup> 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).

<sup>5</sup> 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).

<sup>6</sup> 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<sup>-1</sup>

COS<sub>horizon</sub> = teneur en carbone organique pour un horizon constitutif du sol, tonnes C ha<sup>-1</sup>

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

Densité apparente = masse de sol par volume échantillon, tonnes sol m<sup>-3</sup> (équivalent à Mg m<sup>-3</sup>)

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

frag = pourcentage de volume de fragments grossiers /100, adimensionnel<sup>2</sup>

On calculera des valeurs spécifiques au pays ou à la région pour le COS<sub>i</sub>, COS<sub>j</sub> 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<sub>i</sub> 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<sub>i</sub> 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 CO<sub>2</sub> provenant des sols forestiers organiques drainés : FE<sub>Drainage</sub>.

**Niveau 1 :** Le Tableau 3.2.3 contient des valeurs par défaut pour FE<sub>Drainage</sub>, 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

<sup>2</sup> [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 télédétektées.

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  $S_{\text{Drainage}}$ , 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<sup>-1</sup>) 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 CO<sub>2</sub> pour les sols organiques drainés. On supposera que  $FE_{\text{Drainage}}$  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 cm<sup>3</sup>, 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 CO<sub>2</sub>

La présente section examine les émissions de N<sub>2</sub>O par les sols forestiers et les émissions de gaz à effet de serre sans CO<sub>2</sub> imputables à la combustion de la biomasse. La plupart des émissions de N<sub>2</sub>O et le NO<sub>x</sub> 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 N<sub>2</sub>O 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 N<sub>2</sub>O 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 N<sub>2</sub>O. 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 N<sub>2</sub>O 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 CH<sub>4</sub> des sols forestiers aérés et non perturbés est un processus naturel, estimé à 2,4 kg CH<sub>4</sub>/ha/an en moyenne (Smith *et al.*, 2000). Les pratiques de gestion forestière, notamment la fertilisation azotée, peuvent modifier considérablement ce puits de CH<sub>4</sub>. 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 N<sub>2</sub>O dues à la fertilisation azotée et comptabilise également les émissions de N<sub>2</sub>O imputables aux dépôts azotés dans la catégorie « émissions de N<sub>2</sub>O indirectes ». Des recommandations spécifiques ci-après concernent l'application des méthodes du chapitre 4 des *Lignes directrices du GIEC* pour estimer les émissions de N<sub>2</sub>O basées sur la fertilisation et imputables aux forêts. La méthodologie pour l'estimation des émissions de N<sub>2</sub>O 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 N<sub>2</sub>O 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 N<sub>2</sub>O 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><b>ÉQUATION 3.2.17</b>  <b>ÉMISSIONS DIRECTES DE N<sub>2</sub>O PAR LES FORETS GERÉES</b>  <math display="block">N_2O \text{ directes-}N_{FF} = (N_2O \text{ directes-}N_{\text{fertilisation}} + N_2O \text{ directes-}N_{\text{drainage}})</math></p>
--

Où : N<sub>2</sub>O directes-N<sub>FF</sub> = émissions directes de N<sub>2</sub>O par les forêts gérées, en unités d'azote, Gg N

N<sub>2</sub>O directes-N<sub>fertilisation</sub> = émissions directes de N<sub>2</sub>O résultant de la fertilisation des forêts, en unités d'azote, Gg N

N<sub>2</sub>O directes-N<sub>drainage</sub> = émissions directes de N<sub>2</sub>O résultant du drainage des sols forestiers humides, en unités d'azote, Gg N

La méthode d'estimation des émissions de N<sub>2</sub>O résultant de la fertilisation des forêts est décrite dans l'Équation 3.2.18 ci-après. La méthode d'estimation des émissions de N<sub>2</sub>O 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 N<sub>2</sub>O par les terres forestières. Comme indiqué à l'Équation 3.2.17, les émissions de N<sub>2</sub>O 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 N<sub>2</sub>O imputables aux apports d'azote sous forme d'engrais minéral ou organique pour les forêts. Les émissions de N<sub>2</sub>O

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 N<sub>2</sub>O résultant de la fertilisation des forêts sont calculées comme dans l'Équation 3.2.18 :

<p><b>ÉQUATION 3.2.18</b></p> <p><b>ÉMISSIONS DIRECTES DE N<sub>2</sub>O RESULTANT DE LA FERTILISATION DES FORETS</b></p> $\text{N}_2\text{O directes-N}_{\text{fertilisation}} = (F_{\text{AS}} + F_{\text{AO}}) \cdot \text{FE}_1$
--

Où N<sub>2</sub>O directes-N<sub>fertilisation</sub> = émissions directes de N<sub>2</sub>O résultant de la fertilisation des forêts, en unités d'azote, Gg N

F<sub>AS</sub> = quantité annuelle d'azote d'engrais synthétique appliquée aux sols forestiers, avec ajustement pour volatilisation sous forme de NH<sub>3</sub> et NO<sub>x</sub>, Gg N

F<sub>AO</sub> = quantité annuelle d'azote d'engrais organique appliquée aux sols forestiers, avec ajustement pour volatilisation sous forme de NH<sub>3</sub> et NO<sub>x</sub>, Gg N

FE<sub>1</sub> = facteur pour les émissions de N<sub>2</sub>O résultant des apports de N, kg N<sub>2</sub>O-N / kg N d'apport

Pour calculer les émissions de N<sub>2</sub>O à l'aide de cette équation, on doit estimer les quantités d'apports de N, F<sub>AS</sub> et F<sub>AO</sub>. Les *bonnes pratiques* consistent à effectuer un ajustement pour la quantité volatilisée sous forme de NH<sub>3</sub> et NO<sub>x</sub>, en utilisant les mêmes facteurs de volatilisation que ceux du chapitre Agriculture des *Lignes directrices du GIEC*. On calcule les émissions indirectes de N<sub>2</sub>O 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 FE<sub>1</sub> 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 N<sub>2</sub>O. Le chaulage peut réduire les émissions de N<sub>2</sub>O 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 N<sub>2</sub>O (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 N<sub>2</sub>O, 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 (FE<sub>1</sub>) 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 N<sub>2</sub>O sont estimées à l'aide de modèles, il est important que ces modèles distinguent entre le « N<sub>2</sub>O 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 N<sub>2</sub>O 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 N<sub>2</sub>O 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<sub>AS</sub> : 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 NH<sub>3</sub> et NO<sub>x</sub>, 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.

## ÉMISSIONS 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 CO<sub>2</sub> et de gaz sans CO<sub>2</sub> sur toutes les terres forestières gérées.<sup>3</sup>

*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 CO<sub>2</sub> émis est éliminé par photosynthèse de la nouvelle végétation annuelle l'année suivante, et en conséquence, seuls les gaz sans CO<sub>2</sub> 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.<sup>4</sup>

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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> et de gaz sans CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> 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 CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, CO et NO<sub>x</sub> 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 CO<sub>2</sub> (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 CO<sub>2</sub> 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) :

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

<sup>3</sup> 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*.

<sup>4</sup> 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 (CO<sub>2</sub> et sans CO<sub>2</sub>) émis directement par les feux :

$$\text{ÉQUATION 3.2.20} \\ \text{ESTIMATION DES GAZ A EFFET DE SERRE EMIS DIRECTEMENT PAR LES FEUX} \\ T_{\text{feu}} = S \cdot B \cdot C \cdot D \cdot 10^{-6}$$

Où :  $T_{\text{feu}}$  = 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<sup>-1</sup>  
 C = rendement de combustion (ou fraction de biomasse brûlée), adimensionnel (voir Tableau 3A.1.12)  
 D = facteur d'émission, g (kg m.s.)<sup>-1</sup>

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 CO<sub>2</sub> 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 N<sub>2</sub>O 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 ans<sup>5</sup> 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 CO<sub>2</sub> (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 CO<sub>2</sub> pour les terres converties en forêts sont résumées par l'Équation 3.2.21 :

<p><b>ÉQUATION 3.2.21</b>  <b>VARIATION ANNUELLE DES STOCKS DE CARBONE DES TERRES CONVERTIES EN TERRES FORESTIERES</b><sup>6</sup></p> $\Delta C_{TF} = \Delta C_{TF_{BV}} + \Delta C_{TF_{MOM}} + \Delta C_{TF_{Sols}}$
--

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

Pour convertir les tonnes de C en Gg de CO<sub>2</sub>, multiplier la valeur par 44/12 et 10<sup>-3</sup>. 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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> de la biomasse des terres converties en forêts.

<sup>5</sup> 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.

<sup>6</sup> 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 :  $\Delta C_{TFBV}$  = variation annuelle des stocks de carbone de la biomasse vivante des terres converties en terres forestières, tonnes C an<sup>-1</sup>

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

$\Delta C_{TFPERTES}$  = 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<sup>-1</sup>

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**  

$$\Delta C_{TFCROISSANCE} = [\sum_k S_{GEST\_INTEN_k} \cdot C_{Total\ S_{GEST\_INTEN_k}} + \sum_m S_{GEST\_EXTEN_m} \cdot C_{Total\ GEST\_EXTEN_m}] \cdot FC$$

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<sup>-1</sup>

$S_{GEST\_INTEN_k}$  = 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<sup>-1</sup> an<sup>-1</sup>

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

$C_{Total\ GEST\_EXTEN_m}$  = croissance annuelle de la biomasse des forêts à gestion extensive dans les conditions  $m$ , tonnes m.s. ha<sup>-1</sup> an<sup>-1</sup> (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.)<sup>-1</sup>

L'accroissement annuel de la biomasse pour les forêts à gestion intensive ( $C_{Total\ S_{GEST\_INTEN}}$ ) et extensive ( $C_{Total\ GEST\_EXTEN}$ ) 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<sup>-1</sup>

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

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

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

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 CO<sub>2</sub> 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 :  $\Delta C_{TFBV}$  = variation annuelle des stocks de carbone de la biomasse vivante des terres converties en terres forestières, tonnes C an<sup>-1</sup>

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

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

$\Delta C_{TFPERTES}$  = 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<sup>-1</sup>

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<sup>-1</sup>

$B_{AVANT_i}$  = stocks de biomasse des terres de type  $i$  immédiatement avant la conversion, tonnes m.s. ha<sup>-1</sup>

$B_{APRES_i}$  = stocks de biomasse des terres immédiatement après la conversion des terres de type  $i$ , tonnes m.s. ha<sup>-1</sup> (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<sup>-1</sup>

FC = fraction de carbone de la matière sèche (défaut = 0,5), tonnes C (tonne m.s.)<sup>-1</sup>

$i$  = 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,  $\Delta C_{TF\_PERTES}$ .** 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  $\Delta C_{TF\_PERTES}$  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 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, $\Delta C_{TF\_C}$

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, $\Delta C_{TF\_P}$

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 CO<sub>2</sub>. 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  $\pm 30$  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.

**ÉQUATION 3.2.27**

**VARIATION ANNUELLE DES STOCKS DE CARBONE DU BOIS MORTE DES TERRES CONVERTIES EN TERRES FORESTIERES**

$$\Delta C_{TF_{BM}} = \{ [S_{RNat} \cdot (B_{vers_{RNat}} - B_{par_{RNat}})] + [S_{RArt} \cdot (B_{vers_{RArt}} - B_{par_{RArt}})] \} \cdot FC$$

où

$$B_{vers_{RNat}} = B_{sur\ pied_{RNat}} \cdot M_{RNat} \quad \text{et} \quad B_{vers_{RArt}} = B_{sur\ pied_{RArt}} \cdot M_{RArt}$$

Où :  $\Delta C_{TF_{BM}}$  = variation annuelle des stocks de carbone du bois mort des terres converties en terres forestières, tonnes C an<sup>-1</sup>

$S_{RNat}$  = 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<sup>-1</sup> an<sup>-1</sup>

$B_{par}$  = transfert annuel moyen de biomasse par le bois mort pour des superficies forestières RNat ou RArt, tonnes m.s. ha<sup>-1</sup> an<sup>-1</sup>

$B_{sur\ pied}$  = stocks de biomasse sur pied, tonnes m.s. ha<sup>-1</sup>

$M$  = 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.)<sup>-1</sup>

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.

**ÉQUATION 3.2.28**

**VARIATION ANNUELLE DES STOCKS DE CARBONE DU BOIS MORTE DES TERRES CONVERTIES EN TERRES FORESTIERES**

$$\Delta C_{TF_{BM}} = [(B_{t_2} - B_{t_1}) / T] \cdot FC$$

Où :  $\Delta C_{TF_{BM}}$  = variation annuelle des stocks de carbone du bois mort des terres converties en terres forestières, tonnes C ha<sup>-1</sup> an<sup>-1</sup>

$B_{t_2}$  = stocks de carbone du bois mort au point temporel  $t_2$ , tonnes m.s. ha<sup>-1</sup>

$B_{t_1}$  = stocks de carbone du bois mort au point temporel  $t_1$  (point temporel antérieur), tonnes m.s. ha<sup>-1</sup>



$T = (t_2 - t_1)$  = 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.)<sup>-1</sup>

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<sup>-1</sup>

$S_{RNat}$  = superficie des terres converties en terres forestières par régénération naturelle, ha

$S_{RArt}$  = superficie de terres converties en terres forestières par plantations, ha

$\Delta C_{RNat}$  = variation annuelle moyenne des stocks de carbone de la litière pour des superficies forestières RNat, tonnes C ha<sup>-1</sup> an<sup>-1</sup>

$\Delta C_{RArt}$  = variation annuelle moyenne des stocks de carbone de la litière pour des superficies forestières RArt, tonnes C ha<sup>-1</sup> an<sup>-1</sup>

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<sup>-1</sup>

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<sup>-1</sup>

$C_{t_1}$  = stocks de carbone de litière au point temporel  $t_1$  (point antérieur), tonnes C ha<sup>-1</sup>

$T (= t_2 - t_1)$  = 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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> et de CH<sub>4</sub> 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 CO<sub>2</sub>. On suppose que ceci n'est pas le cas pour la conversion des terres en forêts sans drainage.

<b>TABLEAU 3.2.5</b>		
<b>SOURCES D'INCERTITUDE POUR LES ESTIMATIONS D'EMISSION/D'ABSORPTION DE CO<sub>2</sub> POUR LES SOLS FORESTIERS ET LES BASSINS DE MOM</b>		
<b>Sources d'incertitude</b>	<b>Caractéristiques</b>	<b>Traitement</b>
<b>Données d'activités</b>		
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
<b>Paramètres, facteurs d'émission/d'absorption</b>		

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 <sub>Drainage</sub> )	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 FORESTIÈRES<sup>1</sup>**

$$\Delta C_{TF\text{Minéraux}} = \Delta C_{TF\text{ Forêt Ext}} + \Delta C_{TF\text{ Forêt Int}}$$

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<sup>-1</sup>

$\Delta C_{TF\text{ Forêt Ext}}$  = variation annuelle des stocks de carbone des sols minéraux des terres converties en terres forestières à gestion extensive, tonnes C an<sup>-1</sup>

$\Delta C_{TF_{Forêt\ Int}}$  = variation annuelle des stocks de carbone des sols minéraux des terres converties en terres forestières à gestion intensive, tonnes C an<sup>-1</sup>

$COS_{Forêt\ Ext}$  = stocks de carbone organique des sols stables des nouvelles terres forestières à gestion extensive, tonnes C ha<sup>-1</sup>

$COS_{Forêt\ Int}$  = stocks de carbone organique des sols stables des nouvelles terres forestières à gestion intensive, tonnes C ha<sup>-1</sup>

$COS_{Terres\ non\ forest}$  = stocks de carbone organique des sols des terres non forestières avant leur conversion, tonnes C ha<sup>-1</sup>

$S_{Forêt\ Ext}$  = 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<sup>-1</sup>

$f_{type\ forêt}$  = 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*<sup>7</sup>. 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 BOISEMENT<sup>1</sup>**

$$\Delta C_{TF_{Minéraux}} = [(COS_{réf} - COS_{Terre\ non\ forest}) \cdot S_{Boisement}] / T_{Boisement}$$

Où :  $\Delta C_{TF_{Minéraux}}$  = variation annuelle des stocks de carbone des sols minéraux pour l'année d'inventaire, tonnes C an<sup>-1</sup>

$COS_{réf}$  = stocks de carbone de référence, dans des forêts naturelles non gérées, sur un sol donné, tonnes C ha<sup>-1</sup>

$COS_{Terre\ non\ forest}$  = carbone organique des sols stable, pour une utilisation des terres antérieure (terres cultivées ou prairies), tonnes C ha<sup>-1</sup>

$S_{Boisement}$  = 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.

<sup>7</sup> 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.

<p><b>ÉQUATION 3.2.33</b></p> <p><b>ÉMISSIONS DE CO<sub>2</sub> PAR LES SOLS ORGANIQUES DRAINÉS DES TERRES CONVERTIES EN TERRES FORESTIÈRES</b></p> $\Delta C_{TF\text{Organiques}} = S_{\text{Drainés Boisement}} \bullet FE_{\text{Drainage}}$
--

Où :  $\Delta C_{TF\text{Organiques}}$  = émissions de CO<sub>2</sub> par les sols organiques drainés des terres converties en terres forestières, tonnes C an<sup>-1</sup>

$S_{\text{Drainés Boisement}}$  = superficie des sols organiques drainés des terres converties en terres forestières, ha

$FE_{\text{Drainage}}$  = facteur d'émission pour le CO<sub>2</sub> des sols forestiers organiques drainés, tonnes C ha<sup>-1</sup> an<sup>-1</sup>

#### 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  $FE_{\text{Drainage}}$ , 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 CO<sub>2</sub>

Les gaz sans CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> 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 N<sub>2</sub>O 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 N<sub>2</sub>O 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 N<sub>2</sub>O 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 CO<sub>2</sub> résultant de la conversion en terres cultivées, on suppose également que les émissions de N<sub>2</sub>O dues à la minéralisation du carbone des sols sont nulles. Les émissions différées de N<sub>2</sub>O 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 N<sub>2</sub>O sont notifiées aux mêmes niveaux méthodologiques que ceux utilisés pour la conversion en terres cultivées (Section 3.3.2.3, Émissions de gaz sans CO<sub>2</sub> résultant de la conversion en terres cultivées). Les émissions différées de N<sub>2</sub>O 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 N<sub>2</sub>O.

**Niveau 3 :** Pour les pays présentant les estimations d'émissions de N<sub>2</sub>O 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 N<sub>2</sub>O lorsqu'il y a drainage des zones humides, en particulier des sols organiques. Les *bonnes pratiques* consistent à estimer les émissions de N<sub>2</sub>O 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 N<sub>2</sub>O 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 CO<sub>2</sub> et de gaz sans CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> :** La notification est basée sur trois grands principes, comme pour le CO<sub>2</sub>, 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.<sup>1</sup> 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 (CH<sub>4</sub>) et d'oxyde d'azote (N<sub>2</sub>O) 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 N<sub>2</sub>O 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 CO<sub>2</sub>. 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 CH<sub>4</sub> et de N<sub>2</sub>O 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.

<sup>1</sup> 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 :  $\Delta C_{CC}$  = variation annuelle des stocks de carbone des terres cultivées restant terres cultivées, tonnes C an<sup>-1</sup>  
 $\Delta C_{CC_{BV}}$  = variation annuelle des stocks de carbone de la biomasse vivante, tonnes C an<sup>-1</sup>  
 $\Delta C_{CC_{Sols}}$  = variation annuelle des stocks de carbone des sols, tonnes C an<sup>-1</sup>

Pour convertir les tonnes C en Gg CO<sub>2</sub>, multiplier la valeur par 44/12 et 10<sup>-3</sup>. 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).

<b>TABLEAU 3.3.1</b>			
<b>DESCRIPTIONS DES NIVEAUX POUR LES SOUS-CATEGORIES DE LA CATEGORIE TERRES CULTIVÉES RESTANT TERRES CULTIVÉES</b>			
<b>Niveau</b>	<b>Niveau 1</b>	<b>Niveau 2</b>	<b>Niveau 3</b>
<b>Sous-Catégories</b>			
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 <sup>-1</sup> )	Cycle Récolte/ Maturité (années)	Taux d'accumulation de la biomasse (A) (tonnes C ha <sup>-1</sup> an <sup>-1</sup> )	Pertes de carbone de la biomasse (P) (tonnes C ha <sup>-1</sup> )	Plage d'erreur <sup>1</sup>
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).  
<sup>1</sup> 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<sup>-1</sup> an<sup>-1</sup>. 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<sup>-1</sup> an<sup>-1</sup>. 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<sup>-1</sup>.

**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  $\pm 75$  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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub>) des sols minéraux, les émissions de CO<sub>2</sub> par les sols organiques (sols tourbeux) et les émissions de CO<sub>2</sub> 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><b>ÉQUATION 3.3.2</b></p> <p><b>VARIATION ANNUELLE DES STOCKS DE CARBONE DES SOLS DES TERRES CULTIVÉES RESTANT</b></p> <p><b>TERRES CULTIVÉES</b></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<sup>-1</sup>

$\Delta C_{CC_{Minéraux}}$  = variation annuelle des stocks de carbone des sols minéraux, tonnes C an<sup>-1</sup>

$\Delta C_{CC_{Organiques}}$  = émissions annuelles de carbone par les sols organiques cultivés (estimées en tant que flux annuel net), tonnes C an<sup>-1</sup>

$\Delta C_{CC_{Chaulage}}$  = émissions annuelles de carbone résultant du chaulage agricole, tonnes C an<sup>-1</sup>

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<sup>-1</sup>

$COS_0$  = stocks de carbone organique des sols pour l'année d'inventaire, tonnes C ha<sup>-1</sup>

$COS_{(0-T)}$  = stocks de carbone organique des sols T années avant l'inventaire, tonnes C ha<sup>-1</sup>

T = période d'inventaire, années (défaut = 20 ans)

S = superficie terrestre de chaque parcelle, ha

$COS_{\text{REF}}$  = stocks de carbone de référence, tonnes C ha<sup>-1</sup>; voir Tableau 3.3.3

$F_{\text{UT}}$  = 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

$FR_{\text{RG}}$  = 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 ( $F_{\text{UT}}$ ) qui reflète les variations des stocks de carbone associées au type d'utilisation des terres, 2) un facteur de régime de gestion ( $FR_{\text{RG}}$ ) 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,  $F_{\text{UT}}$  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 ( $COS_{\text{REF}}$ ), 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 ( $FR_{\text{RG}}$ ) 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 ( $COS_{\text{REF}}$ ), 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<sup>-1</sup>. 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 <sup>1</sup>	Sols APA <sup>2</sup>	Sols sablonneux <sup>3</sup>	Sols spodiques <sup>4</sup>	Sols volcaniques <sup>5</sup>	Sols des zones humides <sup>6</sup>
Boréale	68	S/O	10 <sup>#</sup>	117	20 <sup>#</sup>	146
Froide tempérée, sèche	50	33	34	S/O	20 <sup>#</sup>	87
Froide tempérée, humide	95	85	71	115	130	
Chaude tempérée, sèche	38	24	19	S/O	70 <sup>#</sup>	88
Chaude tempérée, humide	88	63	34	S/O	80	
Tropicale, sèche	38	35	31	S/O	50 <sup>#</sup>	86
Tropicale, humide	65	47	39	S/O	70 <sup>#</sup>	
Tropicale, pluvieuse	44	60	66	S/O	130 <sup>#</sup>	

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*.

<sup>1</sup> 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).

<sup>2</sup> 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).

<sup>3</sup> 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).

<sup>4</sup> 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).

<sup>5</sup> 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).

<sup>6</sup> 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 3.3.4**  
**FACTEURS DE VARIATION DES STOCKS RELATIFS (F<sub>UT</sub>, F<sub>RG</sub>, ET F<sub>A</sub>) (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 <sup>1</sup>	Valeur par défaut revue GPG	Erreur <sup>2,3</sup>	Description
Utilisation des terres (F <sub>UT</sub> )	Cultures à long terme	Tempéré	0,7, 0,6 <sup>4</sup>	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 <sub>UT</sub> )	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 <sub>UT</sub> )	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 <sub>RG</sub> )	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 <sub>RG</sub> )	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 <sub>RG</sub> )	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 <sub>A</sub> )	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 <sub>A</sub> )	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 <sub>A</sub> )	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 <sub>A</sub> )	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%	

<sup>1</sup> 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.

<sup>2</sup> ± 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.

<sup>3</sup> 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.

<sup>4</sup> 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<sup>-1</sup>

$COS_0$  = stocks de carbone organique des sols pour l'année d'inventaire, tonnes C ha<sup>-1</sup>

$COS_{(0-T)}$  = stocks de carbone organique des sols T années avant l'inventaire, tonnes C ha<sup>-1</sup>

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 ( $COS_{\text{REF}}$ ) pour la région sont de 88 tonnes C ha<sup>-1</sup>. 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<sup>-1</sup> • 0,71 • 1 • 0,91) + 600 000 ha • (88 tonnes C ha<sup>-1</sup> • 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<sup>-1</sup> • 0,71 • 1 • 0,91) + 700 000 ha • (88 tonnes C ha<sup>-1</sup> • 0,71 • 1,09 • 1) + 100 000 ha • (88 tonnes C ha<sup>-1</sup> • 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><b>ÉQUATION 3.3.5</b></p> <p><b>ÉMISSIONS DE CO<sub>2</sub> PAR LES SOLS ORGANIQUES DES TERRES CULTIVÉES RESTANT TERRES CULTIVÉES</b></p> $\Delta C_{CC_{Organiques}} = \sum_c (S \bullet FE)_c$
---

Où :  $\Delta C_{CC_{Organiques}}$  = émissions de CO<sub>2</sub> par les sols organiques des terres cultivées restant terres cultivées, tonnes C an<sup>-1</sup>

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<sup>-1</sup> an<sup>-1</sup>

**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.

<b>TABLEAU 3.3.5</b>		
<b>FACTEURS D'ÉMISSIONS ANNUELLES (FE) POUR LES SOLS ORGANIQUES CULTIVÉS</b>		
<b>Régime climatique</b>	<b>Valeurs par défaut des Lignes directrices du GIEC (tonnes C ha<sup>-1</sup> an<sup>-1</sup>)</b>	<b>Erreur #</b>
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 (CaCO<sub>3</sub>), ou dolomie (CaMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>), par exemple) sur les sols agricoles, comme source d'émissions de CO<sub>2</sub>. Ce processus se résume ainsi : lorsque le carbonate de calcium est dissous dans le sol, les cations de base (Ca<sup>++</sup>, Mg<sup>++</sup>) s'échangent avec les ions d'hydrogène (H<sup>+</sup>) sur les colloïdes du sol (ce qui réduit l'acidité du sol) et le bicarbonate formé (2HCO<sub>3</sub>) continue de réagir pour produire du CO<sub>2</sub> et de l'eau (H<sub>2</sub>O). 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 CO<sub>2</sub>. 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<sup>-1</sup>

M = quantité annuelle de pierre à chaux calcique (CaCO<sub>3</sub>) ou dolomie (CaMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>), tonnes an<sup>-1</sup>

FE = facteur d'émission, tonnes C (tonne de pierre à chaux ou dolomie)<sup>-1</sup> (Équivalent aux teneurs en carbone des matériaux de chaulage (12 pour cent pour CaCO<sub>3</sub>, 12,2 pour cent pour CaMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>)).

**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 CO<sub>2</sub>, 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 CO<sub>2</sub>, 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 CO<sub>2</sub> 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<sub>REF</sub>) ; facteur de variation des stocks pour les changements d'affectation des terres (F<sub>UT</sub>) ; facteur de variation des stocks pour le régime de gestion (F<sub>RG</sub>) ; facteur de variation des stocks pour les apports de matières organiques (F<sub>A</sub>).

#### **Stocks de carbone de référence (COS<sub>REF</sub>)**

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<sub>REF</sub>) 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<sub>UT</sub>, F<sub>RG</sub>, F<sub>A</sub>)**

**Niveau 1 :** A ce niveau, conformément aux *bonnes pratiques*, on utilisera les facteurs de variation des stocks par défaut (F<sub>UT</sub>, F<sub>RG</sub>, F<sub>A</sub>) 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 terrain<sup>2</sup>, 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<sub>Réf</sub>) 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 CO<sub>2</sub> (Klemedtsson *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 CO<sub>2</sub>. 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.

<sup>2</sup> 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 CO<sub>2</sub>**

#### **OXYDE D'AZOTE**

Les *Lignes directrices du GIEC* et *GPG2000* couvrent déjà les sources d'émissions de gaz sans CO<sub>2</sub> suivantes :

- Émissions de N<sub>2</sub>O 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 N<sub>2</sub>O, NO<sub>x</sub>, CH<sub>4</sub> et CO résultant de la combustion de la biomasse sur site et hors site (*Lignes directrices du GIEC*, Chapitre 4 Agriculture) ; et
- Émissions de N<sub>2</sub>O 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 CH<sub>4</sub> est peu important comparé aux sources de CH<sub>4</sub> 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 CO<sub>2</sub> par la biomasse et par les sols, pendant, au moins, plusieurs années après la conversion, ainsi qu'à des émissions de N<sub>2</sub>O et CH<sub>4</sub> 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 CO<sub>2</sub> 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 cultivées<sup>3</sup>. 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 N<sub>2</sub>O. Le Tableau 3.3.6 résume les niveaux pour chaque sous-catégorie de carbone, ainsi que pour la sous-catégorie de N<sub>2</sub>O.

#### 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 :  $\Delta C_{TC}$  = variation totale des stocks de carbone des terres converties en terres cultivées, tonnes C an<sup>-1</sup>

$\Delta C_{TC_{BV}}$  = variation des stocks de carbone de la biomasse vivante des terres converties en terres cultivées, tonnes C an<sup>-1</sup>

$\Delta C_{TC_{Sols}}$  = variation des stocks de carbone des sols des terres converties en terres cultivées, tonnes C an<sup>-1</sup>

<sup>3</sup> 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 cultivées<sup>4</sup>. 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	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3
Sous-catégories			
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 <sub>2</sub> 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

<sup>4</sup> 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  $C_{\text{Après}}$ ,  $C_{\text{Avant}}$ , 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><b>ÉQUATION 3.3.8</b></p> <p><b>VARIATION ANNUELLE DES STOCKS DE CARBONE DE LA BIOMASSE VIVANTE DES TERRES CONVERTIES EN TERRES CULTIVÉES</b></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<sup>-1</sup>

$S_{\text{Conversion}}$  = superficie annuelle de terres converties en terres cultivées, ha an<sup>-1</sup>

$T_{\text{Conversion}}$  = variation des stocks de carbone par superficie pour ce type de conversion lorsque les terres sont converties en terres cultivées, tonnes C ha<sup>-1</sup>

$\Delta C_{\text{Croissance}}$  = variation des stocks de carbone après un an de croissance des terres cultivées, tonnes C ha<sup>-1</sup>

$C_{\text{Après}}$  = stocks de carbone de la biomasse immédiatement après conversion en terres cultivées, tonnes C ha<sup>-1</sup>

$C_{\text{Avant}}$  = stocks de carbone de la biomasse immédiatement avant conversion en terres cultivées, tonnes C ha<sup>-1</sup>

**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 CO<sub>2</sub>. En attribuant les pertes dues au brûlage et à la décomposition, les pays peuvent aussi calculer les émissions de gaz traces sans CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> 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<sup>-1</sup> (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  
 $\rho_{\text{oxid}}$  = 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 CO<sub>2</sub> 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 ( $C_{\text{Avant}}$ ) 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<sup>-1</sup>. Le Tableau 3.3.7 contient des valeurs par défaut des stocks de carbone pour  $C_{\text{Avant}}$  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 ( $C_{\text{Avant}}$ ) (tonnes C ha <sup>-1</sup> )	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. Multiplier les valeurs par une fraction de carbone (FC) de 0,5 pour convertir la matière sèche en carbone.	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 <sup>-1</sup> )	Plage d'erreur <sup>#</sup>
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%

<sup>#</sup> 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><b>ÉQUATION 3.3.12</b></p> <p><b>VARIATION ANNUELLE DES STOCKS DE CARBONE DES SOLS DES TERRES CONVERTIES EN TERRES CULTIVÉES</b></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<sup>-1</sup>

$\Delta C_{TC_{\text{Minéraux}}}$  = variation des stocks de carbone des sols minéraux des terres converties en terres cultivées, tonnes C an<sup>-1</sup>

$\Delta C_{TC_{\text{Organiques}}}$  = émissions annuelles de carbone par les sols organiques des terres converties en terres cultivées (estimées en tant que flux annuel net), tonnes C an<sup>-1</sup>

$\Delta C_{TC_{\text{Chaulage}}}$  = émissions annuelles de carbone résultant de l'application de chaux agricole sur les terres converties en terres cultivées, tonnes C an<sup>-1</sup>

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 CO<sub>2</sub> 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<sub>(0-T)</sub>) sont calculés à partir des mêmes stocks de carbone des sols de référence (COS<sub>REF</sub>) utilisés pour toutes les utilisations des terres (Tableau 3.3.3), ainsi que des facteurs de variation des stocks (F<sub>UT</sub>, F<sub>G</sub>, F<sub>A</sub>) 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 (COS<sub>0</sub>) 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 COS<sub>0</sub> et COS<sub>(0-T)</sub> 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<sub>REF</sub>), en fonction du type de climat et de sol, pour chaque superficie inventoriée.

**Étape 2 :** Calculer les stocks de carbone avant conversion (COS<sub>(0-T)</sub>) 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<sub>UT</sub>), gestion (F<sub>G</sub>) et apports (F<sub>A</sub>). 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 COS<sub>0</sub> en répétant l'étape 2 avec les mêmes stocks de carbone de référence (COS<sub>REF</sub>), 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<sub>REF</sub> = 70 tonnes C ha<sup>-1</sup>. Pour tous les sols forestiers (et pour les prairies naturelles) les valeurs par défaut pour les facteurs de variation des stocks (F<sub>UT</sub>, F<sub>G</sub>, F<sub>A</sub>) sont toutes égales à 1 ; COS<sub>(0-T)</sub> est donc 70 tonnes C ha<sup>-1</sup>. Si les terres sont converties en terres de cultures annuelles, avec travail du sol intensif et apports à faibles résidus carbonés, COS<sub>0</sub> = 70 tonnes C ha<sup>-1</sup> • 0,58 • 1 • 0,91 = 36,9 tonnes C ha<sup>-1</sup>. 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<sup>-1</sup> - 70 tonnes C ha<sup>-1</sup>) / 20 ans = -1,7 tonne C ha<sup>-1</sup> an<sup>-1</sup>.

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 CO<sub>2</sub> 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<sub>REF</sub>)**

**Niveau 1 :** Au Niveau 1, les *bonnes pratiques* consistent à utiliser les valeurs par défaut des stocks de carbone de référence (COS<sub>REF</sub>) 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<sub>UT</sub>, F<sub>RG</sub>, F<sub>A</sub>)**

**Niveau 1 :** Au Niveau 1, les *bonnes pratiques* consistent à utiliser les facteurs de variation des stocks par défaut (F<sub>UT</sub>, F<sub>RG</sub>, F<sub>A</sub>) 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 <sup>#</sup>	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			
<sup>#</sup> 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 CO<sub>2</sub>

La présente section examine l'augmentation des émissions de N<sub>2</sub>O 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 CO<sub>2</sub> (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 N<sub>2</sub>O. Par conséquent, une augmentation du substrat microbien due à une diminution nette des MOS entraînera probablement une augmentation des émissions nettes de N<sub>2</sub>O. On utilisera le même facteur d'émissions (FE<sub>1</sub>) 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 N<sub>2</sub>O 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 N<sub>2</sub>O examinées dans les *Lignes directrices du GIEC*, Chapitre 4 Agriculture et *GPG2000*.

Les recommandations sur l'estimation des émissions de gaz traces (N<sub>2</sub>O, NO<sub>x</sub>, CH<sub>4</sub> 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 N<sub>2</sub>O sont équivalentes à la somme de toutes les émissions de N<sub>2</sub>O 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 N<sub>2</sub>O 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 N<sub>2</sub>O par les sols minéraux des terres converties en terres cultivées, kg N<sub>2</sub>O-N an<sup>-1</sup>

$\text{N}_2\text{O-N}_{\text{conv},i}$  = émissions de N<sub>2</sub>O résultant du type de conversion des terres *i*, kg N<sub>2</sub>O-N an<sup>-1</sup>

Émissions dues à la fertilisation : Les émissions de N<sub>2</sub>O 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 N<sub>2</sub>O 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 N<sub>2</sub>O à la suite de la perturbation associée à la conversion de terres forestières, prairies ou autres terres en terres cultivées, kg N<sub>2</sub>O-N an<sup>-1</sup>

$\text{N}_2\text{O}_{\text{net-min-N}}$  = émissions supplémentaires résultant du changement d'affectation des terres, kg N<sub>2</sub>O-N an<sup>-1</sup>

$\text{N}_{\text{net-min}}$  = émissions annuelles d'azote résultant de la minéralisation nette des matières organiques des sols à la suite de la perturbation, kg N an<sup>-1</sup>

$\text{FE}_1$  = 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 N<sub>2</sub>O-N/kg N (la valeur par défaut est 0,0125 kg N<sub>2</sub>O-N/kg N)

Remarque : Multiplier  $\text{N}_2\text{O-N}_{\text{conv}}$  par 44/28 et 10<sup>-6</sup> pour obtenir les émissions de N<sub>2</sub>O en Gg N<sub>2</sub>O an<sup>-1</sup>

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<sup>-1</sup>

$\Delta\text{C}_{\text{TC}_{\text{Minéraux}}}$  = 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<sup>-1</sup>

rapport C/N = rapport par masse de C et de N dans les matières organiques des sols (MOS), kg C (kg N)<sup>-1</sup>

**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 N<sub>2</sub>O 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 :

- **FE<sub>1</sub>**: Le facteur d'émissions pour le calcul des émissions de N<sub>2</sub>O dues à l'azote des sols. La valeur par défaut globale est de 0,0125 kg N<sub>2</sub>O-N/kg N, basée sur le facteur d'émissions par défaut général utilisé pour les émissions de N<sub>2</sub>O 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 N<sub>2</sub>O 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 N<sub>2</sub>O 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 N<sub>2</sub>O 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

$S_{\text{conv}}$  : La superficie des terres converties est requise. Au Niveau 1,  $S_{\text{conv}}$  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 CO<sub>2</sub>.

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<sub>(0-T)</sub>) et la fin (année<sub>(0)</sub>) 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 <sup>13</sup>C 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 <sup>13</sup>C 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-CO<sub>2</sub> 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 <sup>13</sup>C 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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub>. 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 :  $\Delta C_{PP}$  = variation annuelle des stocks de carbone des prairies restant prairies, tonnes C an<sup>-1</sup>



$\Delta C_{PP_{BV}}$  = variation annuelle des stocks de carbone de la biomasse vivante des prairies restant prairies, tonnes C an<sup>-1</sup>

$\Delta C_{PP_{Sols}}$  = variation annuelle des stocks de carbone des sols des prairies restant prairies, tonnes C an<sup>-1</sup>

Pour convertir les tonnes de C en Gg de CO<sub>2</sub>, multiplier la valeur par 44/12 et par 10<sup>-3</sup>. 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 savanes<sup>1</sup>, 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><b>ÉQUATION 3.4.2</b>  <b>VARIATION ANNUELLE DES STOCKS DE CARBONE DE LA BIOMASSE VIVANTE DES PRAIRIES RESTANT PRAIRIES</b></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<sup>-1</sup>

$\Delta C_{PP_{BV(c,i,g)}}$  = 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<sup>-1</sup>

<sup>1</sup> 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<sup>-1</sup> an<sup>-1</sup> 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 CO<sub>2</sub> 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<sup>-1</sup>

$\Delta B_{\text{vivace}}$  = variation de la biomasse ligneuse vivace aérienne et souterraine, tonnes m.s. an<sup>-1</sup>

$\Delta B_{\text{herbacées graminées}}$  = variation de la biomasse souterraine d'herbacées graminées, tonnes m.s. an<sup>-1</sup>

FC = fraction de carbone de la matière sèche (valeur par défaut = 0,5), tonnes C (tonnes m.s.)<sup>-1</sup>

On peut estimer les variations pour la biomasse vivante ( $\Delta B$ ) 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 :  $\Delta B_i$  = variation annuelle pour la biomasse vivante des prairies de type  $i$ , tonnes m.s. an<sup>-1</sup>

$S_i$  = superficie des prairies de type  $i$ , ha

$C$  = croissance annuelle moyenne de la biomasse, tonnes m.s. ha<sup>-1</sup> an<sup>-1</sup>

$P$  = pertes annuelles moyenne de la biomasse, tonnes m.s. ha<sup>-1</sup> an<sup>-1</sup>

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 :  $\Delta B$  = variation annuelle pour la biomasse vivante, tonnes m.s. an<sup>-1</sup>

$B_{t_2}$  = 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 ( $B_{\text{Totale}}$ ), 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 :  $B_{\text{Totale}}$  = 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 CO<sub>2</sub> 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 AERIENNE NETTE, CLASSEES PAR ZONES CLIMATIQUES DU GIEC						
Zone climatique du GIEC	Biomasse vivante aérienne de crête (tonnes m.s. ha <sup>-1</sup> )			Production primaire nette aérienne (PPNA) (tonnes m.s. ha <sup>-1</sup> an <sup>-1</sup> )		
	Moyenne	Nombre d'études	Erreur <sup>1</sup>	Moyenne	Nombre d'études	Erreur <sup>1</sup>
Boréale - sèche et pluvieuse <sup>2</sup>	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](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](http://www.daac.ornl.gov/NPP/html_docs/EMDI_des.html)].

<sup>1</sup> Représente une estimation d'erreur nominale, équivalente à deux fois l'écart type, en tant que pourcentage de la moyenne.

<sup>2</sup> 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 <sup>1</sup>	Rapport R:F	n	Erreur <sup>2</sup>
<b>Prairie</b>	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%
<b>Autre</b>	Zone boisée/savane		0,5	19	± 80%
	Zone arborée		2,8	9	± 144%

<sup>1</sup> 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.

<sup>2</sup> 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 CO<sub>2</sub>. 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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub>) pour les sols minéraux, les émissions et absorptions de CO<sub>2</sub> pour les sols organiques (sols tourbeux ou terres noires) convertis en pâturages et les émissions de CO<sub>2</sub> 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><b>ÉQUATION 3.4.7</b></p> <p><b>VARIATION ANNUELLE DES STOCKS DE CARBONE DES SOLS DES PRAIRIES RESTANT PRAIRIES</b></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<sup>-1</sup>

$\Delta C_{PP_{Minéraux}}$  = variation annuelle des stocks de carbone des sols minéraux des prairies restant prairies, tonnes C an<sup>-1</sup>

$\Delta C_{PP_{Organiques}}$  = variation annuelle des stocks de carbone des sols organiques des prairies restant prairies (estimé en tant que flux annuel net), tonnes C an<sup>-1</sup>

$\Delta C_{PP_{Chaulage}}$  = émissions annuelles de C résultant du chaulage des prairies, tonnes C an<sup>-1</sup>

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><b>ÉQUATION 3.4.8</b></p> <p><b>VARIATION ANNUELLE DES STOCKS DE CARBONE DES SOLS MINÉRAUX POUR UN SYSTÈME DE PRAIRIES</b></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<sup>-1</sup>

$COS_0$  = stocks de carbone organique des sols pour l'année d'inventaire, tonnes C ha<sup>-1</sup>

$COS_{(0-T)}$  = stocks de carbone organique des sols T années avant l'inventaire, tonnes C ha<sup>-1</sup>

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<sup>-1</sup> ; 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 ( $\Delta C_{PP, \text{Minéraux}}$ ).

**Exemple:** Pour un Ultisol dans un climat humide tropical,  $COS_{REF}$  (0-30 cm) est de 47 tonnes C ha<sup>-1</sup>. 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<sup>-1</sup>  $\bullet 1 \bullet 1,17 \bullet 1 = 55 \text{ tonnes C ha}^{-1}$ . 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**

$$\Delta C_{PP, \text{Minéraux}} = \sum_c \sum_s \sum_i [(COS_0 - COS_{(0-T)}) \bullet S]_{c,s,i} / T \quad (A)$$

$$\Delta C_{PP, \text{Minéraux}} = \sum_c \sum_s \sum_i (COS_0 \bullet A)_{c,s,i} - \sum_c \sum_s \sum_i (COS_{(0-T)} \bullet A)_{c,s,i} / T \quad (B)$$

Où :  $\Delta C_{PP, \text{Minéraux}}$  = variation annuelle des stocks de carbone des sols minéraux, tonnes C an<sup>-1</sup>

$COS_0$  = stocks de carbone organique des sols pour l'année d'inventaire, tonnes C ha<sup>-1</sup>

$COS_{(0-T)}$  = stocks de carbone organique des sols T années avant l'inventaire, tonnes C ha<sup>-1</sup>

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<sup>-1</sup>. 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<sup>-1</sup>  $\bullet$  1  $\bullet$  1  $\bullet$  1) + 400 000 ha  $\bullet$  (47 tonnes C ha<sup>-1</sup>  $\bullet$  1  $\bullet$  0,97  $\bullet$  1) + 100 000 ha  $\bullet$  (47 tonnes C ha<sup>-1</sup>  $\bullet$  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<sup>-1</sup>  $\bullet$  1  $\bullet$  1  $\bullet$  1) + 300 000 ha  $\bullet$  (47 tonnes C ha<sup>-1</sup>  $\bullet$  1  $\bullet$  0,97  $\bullet$  1) + 200 000 ha  $\bullet$  (47 tonnes C ha<sup>-1</sup>  $\bullet$  1  $\bullet$  0,7  $\bullet$  1) + 100 000 ha  $\bullet$  (47 tonnes C ha<sup>-1</sup>  $\bullet$  1  $\bullet$  1,17  $\bullet$  1) + 100 000 ha  $\bullet$  (47 tonnes C ha<sup>-1</sup>  $\bullet$  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 gérées<sup>2</sup>. 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 CO<sub>2</sub> PAR LES SOLS ORGANIQUES CULTIVÉS DES PRAIRIES RESTANT PRAIRIES**

$$\Delta C_{PP_{\text{Organiques}}} = \sum_c (S \bullet FE)_c$$

Où :  $\Delta C_{PP_{\text{Organiques}}}$  = émissions de CO<sub>2</sub> par les sols organiques cultivés des prairies restant prairies, tonnes C an<sup>-1</sup>

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<sup>-1</sup> an<sup>-1</sup>

**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 (CaCO<sub>3</sub>), ou dolomie (CaMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, par exemple) sur les sols, comme source d'émissions de CO<sub>2</sub>. 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<sup>++</sup>, Mg<sup>++</sup>) s'échangent avec les ions d'hydrogène (H<sup>+</sup>) sur les colloïdes du sol (ce qui réduit l'acidité du sol) et le bicarbonate formé (2HCO<sub>3</sub>) continue de réagir pour produire du CO<sub>2</sub> et de l'eau (H<sub>2</sub>O). 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 CO<sub>2</sub>. Par

<sup>2</sup> 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<sup>-1</sup>

M = quantité annuelle de pierre à chaux calcique (CaCO<sub>3</sub>) ou dolomie (CaMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>), tonnes an<sup>-1</sup>

FE = facteur d'émissions, tonnes C (tonne de pierre à chaux ou dolomie)<sup>-1</sup> (équivalent aux teneurs en carbone des produits de chaulage (12 pour cent pour CaCO<sub>3</sub>, 12,2 pour cent pour CaMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>)).

**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 CO<sub>2</sub>, 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 CO<sub>2</sub>, 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 CO<sub>2</sub> 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<sub>REF</sub>) ; facteur de variation des stocks pour les changements d'affectation des terres (F<sub>UT</sub>) ; facteur de variation des stocks pour le régime de gestion (F<sub>RG</sub>) ; facteur de variation des stocks pour les apports de matières organiques (F<sub>A</sub>).

#### **Stocks de carbone de référence (COS<sub>REF</sub>)**

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<sub>REF</sub>) 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<sub>UT</sub>, F<sub>RG</sub>, F<sub>A</sub>)**

**Niveau 1 :** A ce niveau, conformément aux *bonnes pratiques*, on utilisera les facteurs de variation des stocks par défaut (F<sub>UT</sub>, F<sub>RG</sub>, F<sub>A</sub>) 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.

<b>TABLEAU 3.4.4</b> <b>VALEURS DE REFERENCE PAR DEFAUT (SOUS VEGETATION NATURELLE) POUR LES STOCKS DE CARBONE ORGANIQUE DES</b> <b>SOLS (COS<sub>REF</sub>)</b> <b>(TONNES C PAR HA A UNE PROFONDEUR ENTRE 0 ET 30 CM)</b>						
Région	Sols ATA <sup>1</sup>	Sols APA <sup>2</sup>	Sols sablonneux	Sols spodiques	Sols volcaniques <sup>5</sup>	Sols de zones humides <sup>6</sup>
Boréale	68	S/O	10 <sup>#</sup>	117	20 <sup>#</sup>	146
Froide tempérée, sèche	50	33	34	S/O	20 <sup>#</sup>	87
Froide tempérée, humide	95	85	71	115	130	
Chaude tempérée, sèche	38	24	19	S/O	70 <sup>#</sup>	88
Chaude tempérée, humide	88	63	34	S/O	80	
Tropicale, sèche	38	35	31	S/O	50 <sup>#</sup>	86
Tropicale, humide	65	47	39	S/O	70 <sup>#</sup>	
Tropicale, pluvieuse	44	60	66	S/O	130 <sup>#</sup>	

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*.

<sup>1</sup> 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).

<sup>2</sup> 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, Nitols, Ferrasols, et Durisols ; la nomenclature USDA inclut les Ultisols, Oxisols, et Alfisols acidiques).

<sup>3</sup> 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).

<sup>4</sup> 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)

<sup>5</sup> 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)

<sup>6</sup> 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 <sup>1,2</sup>	Définition
Utilisation des terres (F <sub>UT</sub> )	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 <sub>RG</sub> )	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 <sub>RG</sub> )	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 <sub>RG</sub> )	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 <sub>RG</sub> )	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 <sub>A</sub> )	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 <sub>A</sub> )	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%	

<sup>1</sup> ± 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*.

<sup>2</sup> 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 <sup>-1</sup> an <sup>-1</sup> )	Erreur <sup>#</sup>
Tempéré froid	0,25	± 90%
Tempéré chaud	2,5	± 90%
Tropical/sub-tropical	5,0	± 90%

<sup>#</sup> 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](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 CO<sub>2</sub>

#### Couverture des émissions de gaz sans CO<sub>2</sub> dans les *Lignes directrices du GIEC*

Les *Lignes directrices du GIEC* et *GPG2000* couvrent déjà les sources d'émissions de gaz sans CO<sub>2</sub> suivantes :

- Émissions de N<sub>2</sub>O résultant de l'application d'engrais minéraux et organiques, résidus organiques et fixation de l'azote biologique dans les prairies gérées ;
- Émissions de N<sub>2</sub>O, NO<sub>x</sub>, CH<sub>4</sub> et CO résultant de la combustion des prairies (savanes) dans les tropiques ; et
- Émissions de N<sub>2</sub>O 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 N<sub>2</sub>O résultant de la minéralisation de l'azote organique des sols organiques drainés des prairies<sup>3</sup>, des variations de l'absorption de CH<sub>4</sub> 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 N<sub>2</sub>O résultant de l'augmentation de la minéralisation de l'azote des sols organiques des prairies et des réductions des puits de CH<sub>4</sub> 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 N<sub>2</sub>O, NO<sub>x</sub>, CH<sub>4</sub> 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 CO<sub>2</sub> 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.

<sup>3</sup> 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 :  $\Delta C_{TP}$  = variation totale des stocks de carbone des terres converties en prairies, tonnes C an<sup>-1</sup>

$\Delta C_{TP_{BV}}$  = variation des stocks de carbone de la biomasse vivante des terres converties en prairies, tonnes C an<sup>-1</sup>

$\Delta C_{TP_{Sols}}$  = variation des stocks de carbone des sols des terres converties en prairies, tonnes C an<sup>-1</sup>

**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 CO<sub>2</sub> 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 <sub>2</sub> 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  $C_{\text{Après}}$ ,  $C_{\text{Avant}}$  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<sup>-1</sup>

$S_{Conversion}$  = superficie annuelle des terres converties en prairies, ha an<sup>-1</sup>

$T_{Conversion}$  = variation des stocks de carbone par superficie pour ce type de conversion lorsque les terres sont converties en prairies, tonnes C ha<sup>-1</sup>

$\Delta C_{Croissance}$  = variation des stocks de carbone après un an de croissance des prairies après conversion, tonnes C ha<sup>-1</sup>

$C_{Après}$  = stocks de carbone de la biomasse immédiatement après conversion en prairies, tonnes C ha<sup>-1</sup>

$C_{Avant}$  = stocks de carbone de la biomasse immédiatement avant conversion en prairies, tonnes C ha<sup>-1</sup>

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 CO<sub>2</sub>. En attribuant les pertes dues au brûlage et à la décomposition, les pays peuvent aussi calculer les émissions de gaz traces sans CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> 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<sup>-1</sup> (à partir de l'Équation 3.4.13)

**ÉQUATION 3.4.15**  
**PERTES DE CARBONE DUES AU BRÛLAGE 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

$\rho_{\text{oxyd}}$  = 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 CO<sub>2</sub> 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 ( $C_{\text{Avant}}$ ) 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<sup>-1</sup>. Le Tableau 3.4.8 contient des valeurs par défaut des stocks de carbone pour  $C_{\text{Avant}}$  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 3.4.1.1.2 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 ( $C_{\text{Avant}}$ ) (tonnes C ha <sup>-1</sup> )	Plage d'erreur <sup>1</sup>
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 <sup>-1</sup> .	± 75%
Terres cultivées : Cultures annuelles	Utiliser la valeur par défaut de 5 tonnes de carbone ha <sup>-1</sup> (ou 10 tonnes de matière sèche ha <sup>-1</sup> ) des <i>Lignes directrices du GIEC</i>	± 75%

<sup>1</sup> 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 <sup>-1</sup> )	Erreur <sup>1</sup>
Boréale – sèche et pluvieuse <sup>2</sup>	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%

<sup>1</sup> Représente une estimation d'erreur nominale, équivalente à deux fois l'écart type, en tant que pourcentage de la moyenne.  
<sup>2</sup> 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><b>ÉQUATION 3.4.17</b></p> <p><b>VARIATION ANNUELLE DES STOCKS DE CARBONE DES SOLS DES TERRES CONVERTIES EN PRAIRIES (TP)</b></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<sup>-1</sup>

$\Delta C_{TP_{Minéraux}}$  = variation des stocks de carbone des sols minéraux des terres converties en prairies, tonnes C an<sup>-1</sup>

$\Delta C_{TP_{Organiques}}$  = émissions annuelles de carbone par les sols organiques des terres converties en prairies (estimées en tant que flux annuel net), tonnes C an<sup>-1</sup>

$\Delta C_{TP_{Chaulage}}$  = émissions annuelles de carbone résultant de l'application de chaux agricole sur les terres converties en prairies, tonnes C an<sup>-1</sup>

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<sup>-1</sup>. 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<sup>-1</sup>. Si les terres sont converties en prairies, avec dégradation/surpâturage moyen, dans ce cas  $COS_0 = 70$  tonnes C ha<sup>-1</sup> • 1 • 0,97 • 1 = 67,9 tonnes C ha<sup>-1</sup>. 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<sup>-1</sup> – 70 tonnes C ha<sup>-1</sup>) / 20 ans = -0,01 tonnes C ha<sup>-1</sup> an<sup>-1</sup>.

**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<sup>-1</sup> • 0,58 • 1 • 0,91 = 36,9 tonnes C ha<sup>-1</sup>. Suite à la conversion en pâturages améliorés (fertilisés, par exemple), les stocks de carbone ( $COS_0$ ) sont : 70 tonnes C ha<sup>-1</sup> • 1 • 1,17 • 1 = 81,9 tonnes C ha<sup>-1</sup>. 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<sup>-1</sup> – 36,9 tonnes C ha<sup>-1</sup>) / 20 ans = 2,25 tonnes C ha<sup>-1</sup> an<sup>-1</sup>.

**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 CO<sub>2</sub> 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<sub>REF</sub>)**

**Niveau 1 :** Au Niveau 1, les *bonnes pratiques* consistent à utiliser les valeurs par défaut des stocks de carbone de référence (COS<sub>REF</sub>) 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<sub>UT</sub>, F<sub>RG</sub>, F<sub>A</sub>)**

**Niveau 1 :** Au Niveau 1, les *bonnes pratiques* consistent à utiliser les facteurs de variation des stocks par défaut (F<sub>UT</sub>, F<sub>RG</sub>, F<sub>A</sub>) 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 (COS<sub>0</sub>) et avant conversion (COS<sub>(0-T)</sub>) ; 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<sub>REF</sub>).

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 <sub>UT</sub> , F <sub>RG</sub> , F <sub>A</sub> = 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 ( $F_{\text{UT}}$ ,  $F_{\text{RG}}$ ,  $F_{\text{A}}$ ).

### **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 CO<sub>2</sub>

Comme pour toutes les prairies, les émissions de CH<sub>4</sub> et de N<sub>2</sub>O 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 N<sub>2</sub>O imputables à la minéralisation des matières organiques des sols ;
- Des émissions de N<sub>2</sub>O résultant de l'utilisation d'engrais ;
- Une augmentation des émissions de N<sub>2</sub>O et une diminution des émissions de CH<sub>4</sub> résultant du drainage des sols organiques ; et
- Une diminution des puits de CH<sub>4</sub> 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 N<sub>2</sub>O. 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 CO<sub>2</sub>, 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 CH<sub>4</sub> 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 CO<sub>2</sub>.

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<sub>(0-T)</sub>) et la fin (année<sub>(0)</sub>) 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. Andreux. (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. Andreux, 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 <sup>13</sup>C 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. Andreux, B. Volkoff, et C.C. Cerri. (1994). Organic carbon and <sup>13</sup>C 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. Izaurralde. (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. Slattey, 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 <sup>13</sup>C. *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)<sup>1</sup>. 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.

	<b>Tourbières</b>	<b>Terres inondées<sup>2</sup></b>
<b>Zones humides restant zones humides</b>		
CO <sub>2</sub>	Appendice 3a.3	Appendice 3a.3
CH <sub>4</sub>	Non examiné	Appendice 3a.3
N <sub>2</sub> O	Appendice 3a.3	Appendice 3a.3
<b>Terres converties en zones humides</b>		
CO <sub>2</sub>	Section 3.5	Section 3.5
CH <sub>4</sub>	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 <sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> 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.

<sup>1</sup> 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).

<sup>2</sup> 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 CO<sub>2</sub> 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 :  $\Delta C_{TZ}$  = variation des stocks de carbone des terres converties en zones humides, tonnes C an<sup>-1</sup>

$\Delta C_{TZ \text{ tourbe}}$  = variation des stocks de carbone des terres converties à des fins d'extraction de tourbe (Section 3.5.1), tonnes C an<sup>-1</sup>

$\Delta C_{TZ \text{ inondation}}$  = variation des stocks de carbone des terres converties en terres inondées (Section 3.5.2), tonnes C an<sup>-1</sup>

La variation des stocks de carbone en tonnes C est convertie en Gg d'émissions de CO<sub>2</sub> en multipliant la valeur par 44/12 et 10<sup>-3</sup>, 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<sup>-1</sup>

$\Delta C_{TZ \text{ tourbe}_{BV}}$  = variation annuelle des stocks de carbone de la biomasse vivante, tonnes C an<sup>-1</sup>

$\Delta C_{TZ \text{ tourbe}_{Sols}}$  = variation annuelle des stocks de carbone des sols, tonnes C an<sup>-1</sup>

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<sup>-1</sup>

$S_i$  = superficie des terres converties annuellement à des fins d'extraction de tourbe, depuis l'utilisation initiale  $i$ , ha yr<sup>-1</sup>

$B_{Avant}$  = biomasse aérienne immédiatement avant la conversion à des fins d'extraction de tourbe, tonnes m.s. ha<sup>-1</sup>

$B_{Après}$  = biomasse aérienne immédiatement après la conversion à des fins d'extraction de tourbe, tonnes m.s. ha<sup>-1</sup> (valeur par défaut = 0)

$FC$  = fraction de carbone de la matière sèche (valeur par défaut = 0,5), tonnes C (tonnes m.s.)<sup>-1</sup>

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 CO<sub>2</sub> (CH<sub>4</sub> et N<sub>2</sub>O) 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 N<sub>2</sub>O, lesquelles pourront être estimées en observant les recommandations de l'Appendice 3a.3, Émissions de N<sub>2</sub>O par les sols organiques exploités à des fins d'extraction de tourbe.

Les émissions de CO<sub>2</sub> 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<sup>-1</sup>

$\Delta C_{\text{drainage}}$  = variation annuelle des stocks de carbone des sols pendant le drainage, tonnes C an<sup>-1</sup>

$\Delta C_{\text{extraction}}$  = 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<sup>-1</sup>

$\Delta C_{\text{stockage}}$  = variation annuelle des stocks de carbone des sols pendant le stockage de la tourbe avant le transfert pour la combustion, tonnes C an<sup>-1</sup>

$\Delta C_{\text{restauration}}$  = variation annuelle des stocks de carbone des sols résultant des mesures prises pour la restauration des terres autrefois cultivées, tonnes C an<sup>-1</sup>

**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<sup>-1</sup>

$S_{\text{richesnutr}}$  = 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<sup>-1</sup> an<sup>-1</sup>

$FE_{\text{pauvresnutr}}$  = 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<sup>-1</sup> an<sup>-1</sup>

**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 CH<sub>4</sub>.

#### 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 <sup>-1</sup>	Incertitude <sup>a</sup> tonne C ha an <sup>-1</sup>	Référence/Observation <sup>b</sup>
<b>Boréale et Tempérée</b>			
Pauvre en nutriments( $FE_{\text{pauvresnutr}}$ )	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 ( $FE_{\text{richesnutr}}$ )	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
<b>Tropicale</b>	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.
<sup>a</sup> Plage de données sous-jacentes			
<sup>b</sup> 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 CO<sub>2</sub>, la méthode d'estimation de la variation des stocks pour surveiller les flux de CO<sub>2</sub> 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<sup>-1</sup>

$S_i$  = superficie des terres converties annuellement en terres inondées depuis l'utilisation initiale  $i$ , ha an<sup>-1</sup>

$B_{Avant}$  = biomasse vivante des terres immédiatement avant la conversion en terres inondées, tonnes m.s. ha<sup>-1</sup>

$B_{Après}$  = biomasse vivante immédiatement après la conversion en terres inondées, tonnes m.s. ha<sup>-1</sup> (valeur par défaut = 0)

$FC$  = fraction de carbone de la matière sèche (valeur par défaut = 0,5), tonnes C (tonnes m.s.)<sup>-1</sup>

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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> dans les établissements, et des émissions de CH<sub>4</sub> et N<sub>2</sub>O 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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> 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<sup>-1</sup>

S = superficie des terres forestières converties annuellement en établissements, ha an<sup>-1</sup>

$C_{Après}$  = stocks de carbone de la biomasse vivante immédiatement après conversion en établissement, tonnes C ha<sup>-1</sup>

$C_{Avant}$  = stocks de carbone de la biomasse vivante des terres forestières immédiatement avant conversion en établissements, tonnes C ha<sup>-1</sup>

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 ( $C_{\text{Avant}}$ ) pour chaque type de forêt initial.

Il y aura aussi des émissions de gaz sans  $\text{CO}_2$  ( $\text{CH}_4$  et  $\text{N}_2\text{O}$ ) dans le cas de l'utilisation de feux pour le défrichage. Les pays peuvent choisir d'estimer les émissions sans  $\text{CO}_2$  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  $\text{CO}_2$  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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> 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><b>ÉQUATION 3.7.1</b></p> <p><b>VARIATION ANNUELLE DES STOCKS DE CARBONE DES TERRES CONVERTIES EN « AUTRES TERRES »</b></p> $\Delta C_{TA} = \Delta C_{TA_{BV}} + \Delta C_{TA_{Sols}}$
--

Où :  $\Delta C_{TA}$  = variation annuelle des stocks de carbone des terres converties en « Autres terres », tonnes C an<sup>-1</sup>

$\Delta C_{TA_{BV}}$  = variation annuelle des stocks de carbone de la biomasse vivante des terres converties en « Autres terres », tonnes C an<sup>-1</sup>

$\Delta C_{TA_{Sols}}$  = variation annuelle des stocks de carbone des sols des terres converties en « Autres terres », tonnes C an<sup>-1</sup>

#### 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><b>ÉQUATION 3.7.2</b></p> <p><b>VARIATION ANNUELLE DES STOCKS DE CARBONE DE LA BIOMASSE VIVANTE DES TERRES CONVERTIES EN « AUTRES TERRES »</b></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<sup>-1</sup>

$S_{Conversion}$  = superficie des terres converties annuellement en « Autres terres » à partir d'une utilisation des terres initiale, ha an<sup>-1</sup>

$B_{Après}$  = quantité de biomasse vivante immédiatement après la conversion en « Autres terres », tonnes m.s. ha<sup>-1</sup>

$B_{Avant}$  = quantité de biomasse vivante immédiatement avant la conversion en « Autres terres », tonnes m.s. ha<sup>-1</sup>

FC = fraction de carbone de la matière sèche (valeur par défaut = 0,5), tonnes C (tonnes m.s.)<sup>-1</sup>

**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 CO<sub>2</sub>. (Voir Section 3.2.1.4 pour la méthode de base pour l'estimation des gaz à effet de serre sans CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub>, 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<sup>-1</sup>

$COS_0$  = stocks de carbone des sols organiques pour l'année d'inventaire, tonnes C ha<sup>-1</sup>

$COS_{(0-T)}$  = stocks de carbone des sols organiques T années avant l'inventaire, tonnes C ha<sup>-1</sup>

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<sup>-1</sup> ; 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 <sub>2</sub> à utiliser avec les données d'accroissement de la biomasse dans l'Equation 3.2.3; et FEB <sub>1</sub> 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 résidus 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>b. ASIE</b>				
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 Forêt de la FAO, Rome 2001, 69p ([www.fao.org/forestry/fo/fra/index.jsp](http://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>b. ASIE (Suite)</b>				
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
<b>c. OCEANIE</b>				
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
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 Forêt de la FAO, Rome 2001, 69p ([www.fao.org/forestry/fo/fra/index.jsp](http://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 <sup>1</sup>	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](http://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](http://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)

<b>TABLEAU 3A.1.2</b>						
<b>STOCKS DE BIOMASSE AERIENNE DES FORETS REGENEREES NATURELLEMENT, PAR GRANDES CATEGORIES</b>						
<b>(tonnes de matière sèche /ha)</b>						
(*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)						
<b>Forêts tropicales<sup>1</sup></b>						
	<b>Pluvieuse</b>	<b>Humide à saison sèche courte</b>	<b>Humide à saison sèche longue</b>	<b>Sèche</b>	<b>Montagnarde humide</b>	<b>Montagnarde sèche</b>
<b>Afrique</b>	310 (131 - 513)	260 (159 - 433)	123 (120 - 130)	72 (16 - 195)	191	40
<b>Asie et Océanie:</b>						
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
<b>Amérique</b>	347 (118 - 860)	217 (212 - 278)	212 (202 - 406)	78 (45 - 90)	234 (48 - 348)	60
<b>Forêts tempérées</b>						
<b>Classe d'âge</b>	<b>Conifères</b>		<b>Caducifoliées</b>		<b>Mixtes Caducifoliées-Conifères</b>	
<b>Eurasie et Océanie</b>						
≤20 ans	100 (17 - 183)		17		40	
>20 ans	134 (20 - 600)		122 (18 - 320)		128 (20-330)	
<b>Amérique</b>						
≤20 ans	52 (17-106)		58 (7-126)		49 (19-89)	
>20 ans	126 (41-275)		132 (53-205)		140 (68-218)	
<b>Forêts boréales</b>						
<b>Classe d'Age</b>	<b>Mixtes Caducifoliées-Conifères</b>		<b>Conifères</b>		<b>Forêt-Toundra</b>	
<b>Eurasie</b>						
≤20 ans	12		10		4	
>20 ans	50		60 (12.3-131)		20 (21- 81)	
<b>Amérique</b>						
≤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).						
<sup>1</sup> 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>						

<b>TABLEAU 3A.1.3</b>							
<b>STOCKS DE BIOMASSE AERIENNE DES FORETS DE PLANTATIONS, PAR GRANDES CATEGORIES (tonnes de matière sèche/ha)</b>							
(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)							
<b>Forêts tropicales et sub-tropicales</b>							
	<b>Classe d'âge</b>	<b>Pluvieuse</b>	<b>Humide à saison sèche courte</b>	<b>Humide à saison sèche longue</b>	<b>Sèche</b>	<b>Montagnard e humide</b>	<b>Montagnard e sèche</b>
		<b>R &gt; 2000</b>	<b>2000&gt;R&gt;1000</b>		<b>R&lt;1000</b>	<b>R&gt;1000</b>	<b>R&lt;1000</b>
<b>Afrique</b>							
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
<b>Asie:</b>							
Caducifoliée	Toutes	220	180	90	40	150	40
Autres espèces	Toutes	130	100	60	30	80	25
<b>Amérique</b>							
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
<b>Forêts tempérées</b>							
	<b>Classe d'âge</b>	<b>Pins</b>		<b>Autres conifères</b>	<b>Caducifoliée</b>		
<b>Eurasie</b>							
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		
<b>Amérique du Sud</b>	Toutes	100		120	90		
<b>Amérique du Nord</b>	Toutes	175 (50–275)		300	–		
<b>Forêts boréales</b>							
	<b>Classe d'âge</b>	<b>Pins</b>		<b>Autres conifères</b>	<b>Caducifoliée</b>		
<b>Eurasie</b>							
	≤20 ans	5		5	5		
	>20 ans	40		40	25		
<b>Amérique du Nord</b>	Toutes	50		40	25		

<b>TABLEAU 3A.1.4</b>			
<b>VOLUME DE STOCKS SUR PIED MOYENS (1) ET DE BIOMASSE AERIEENNE (2) (MATIERE SECHE) DES FORETS EN 2000 (SOURCE FRA 2000)</b>			
(1) A utiliser pour V dans l'Equation 3.2.3.			
(2) A utiliser pour B <sub>w</sub> dans l'Equation 3.2.9, pour T <sub>conversion</sub> dans l'Equation 3.3.8 dans la section Terres cultivées et pour T <sub>conversion</sub> dans l'Equation 3.4.13 dans la section Prairies, etc. Ne pas utiliser pour C <sub>2</sub> ou C <sub>1</sub> dans l'Equation 3.2.3 de la section Terres forestières.			
<b>a. AFRIQUE</b>			
<b>Pays</b>	<b>Volume (aérien) m<sup>3</sup> / ha</b>	<b>Biomasse (aérienne) t / ha</b>	<b>Information Source</b>
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)			

<b>TABLEAU 3A.1.4 (SUITE)</b>			
<b>VOLUME DE STOCKS SUR PIED MOYENS (1) ET DE BIOMASSE AERIEENNE (2) (MATIERE SECHE) DES FORETS EN 2000 (SOURCE FRA 2000)</b>			
(1) A utiliser pour V dans l'Equation 3.2.3.			
(2) A utiliser pour B <sub>w</sub> dans l'Equation 3.2.9, pour T <sub>conversion</sub> dans l'Equation 3.3.8 dans la section Terres cultivées et pour T <sub>conversion</sub> dans l'Equation 3.4.13 dans la section Prairies, etc. Ne pas utiliser pour C <sub>2</sub> ou C <sub>1</sub> dans l'Equation 3.2.3 de la section Terres forestières.			
<b>a. AFRIQUE (Suite)</b>			
<b>Pays</b>	<b>Volume (aérien) m<sup>3</sup> / ha</b>	<b>Biomasse (aérienne) t / ha</b>	<b>Information Source</b>
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)			

<b>TABLEAU 3A.1.4 (SUITE)</b> <b>VOLUME DE STOCKS SUR PIED MOYENS (1) ET DE BIOMASSE</b> <b>AÉRIENNE (2) (MATIÈRE SECHE) DES FORETS EN 2000</b> <b>(SOURCE FRA 2000)</b>			
(1) A utiliser pour V dans l'Equation 3.2.3. (2) A utiliser pour B <sub>w</sub> dans l'Equation 3.2.9, pour T <sub>conversion</sub> dans l'Equation 3.3.8 dans la section Terres cultivées et pour T <sub>conversion</sub> dans l'Equation 3.4.13 dans la section Prairies, etc. Ne pas utiliser pour C <sub>2</sub> ou C <sub>1</sub> dans l'Equation 3.2.3 de la section Terres forestières			
<b>b. ASIE</b>			
Pays	Volume (aérien)	Biomasse (aérienne)	Information
	m <sup>3</sup> / 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)			

<b>TABLEAU 3A.1.4 (SUITE)</b> <b>VOLUME DE STOCKS SUR PIED MOYENS (1) ET DE BIOMASSE</b> <b>AÉRIENNE (2) (MATIÈRE SECHE) DES FORETS EN 2000</b> <b>(SOURCE FRA 2000)</b>			
(1) A utiliser pour V dans l'Equation 3.2.3. (2) A utiliser pour B <sub>w</sub> dans l'Equation 3.2.9, pour T <sub>conversion</sub> dans l'Equation 3.3.8 dans la section Terres cultivées et pour T <sub>conversion</sub> dans l'Equation 3.4.13 dans la section Prairies, etc. Ne pas utiliser pour C <sub>2</sub> ou C <sub>1</sub> dans l'Equation 3.2.3 de la section Terres forestières			
<b>b. ASIE (Suite)</b>			
Pays	Volume (aérien)	Biomasse (aérienne)	Information
	m <sup>3</sup> / 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
<b>TABLEAU 3A.1.4 (SUITE)</b> <b>VOLUME DE STOCKS SUR PIED MOYENS (1) ET DE BIOMASSE</b> <b>AÉRIENNE (2) (MATIÈRE SECHE) DES FORETS EN 2000</b> <b>(SOURCE FRA 2000)</b>			
(1) A utiliser pour V dans l'Equation 3.2.3. (2) A utiliser pour B <sub>w</sub> dans l'Equation 3.2.9, pour T <sub>conversion</sub> dans l'Equation 3.3.8 dans la section Terres cultivées et pour T <sub>conversion</sub> dans l'Equation 3.4.13 dans la section Prairies, etc. Ne pas utiliser pour C <sub>2</sub> ou C <sub>1</sub> dans l'Equation 3.2.3 de la section Terres forestières			
<b>c. OCÉANIE</b>			
Pays	Volume (aérien)	Biomasse (aérienne)	Information
	m <sup>3</sup> / 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)			

<b>TABLEAU 3A.1.4 (SUITE)</b> <b>VOLUME DE STOCKS SUR PIED MOYENS (1) ET DE BIOMASSE AERIEENNE (2) (MATIERE SECHE) DES FORETS EN 2000</b> <b>(SOURCE FRA 2000)</b>			
(1) A utiliser pour V dans l'Equation 3.2.3.			
(2) A utiliser pour B <sub>w</sub> dans l'Equation 3.2.9, pour T <sub>conversion</sub> dans l'Equation 3.3.8 dans la section Terres cultivées et pour T <sub>conversion</sub> dans l'Equation 3.4.13 dans la section Prairies, etc. Ne pas utiliser pour C <sub>t2</sub> ou C <sub>t1</sub> dans l'Equation 3.2.3 de la section Terres forestières			
<b>c. OCÉANIE (Suite)</b>			
<b>Pays</b>	<b>Volume (aérien) m<sup>3</sup> / ha</b>	<b>Biomasse (aérienne) t / ha</b>	<b>Information Source</b>
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)			

<b>TABLEAU 3A.1.4 (SUITE)</b> <b>VOLUME DE STOCKS SUR PIED MOYENS (1) ET DE BIOMASSE AERIEENNE (2) (MATIERE SECHE) DES FORETS EN 2000</b> <b>(SOURCE FRA 2000)</b>			
(1) A utiliser pour V dans l'Equation 3.2.3.			
(2) A utiliser pour B <sub>w</sub> dans l'Equation 3.2.9, pour T <sub>conversion</sub> dans l'Equation 3.3.8 dans la section Terres cultivées et pour T <sub>conversion</sub> dans l'Equation 3.4.13 dans la section Prairies, etc. Ne pas utiliser pour C <sub>t2</sub> ou C <sub>t1</sub> dans l'Equation 3.2.3 de la section Terres forestières			
<b>d. EUROPE</b>			
<b>Pays</b>	<b>Volume (aérien) m<sup>3</sup> / ha</b>	<b>Biomasse (aérienne) t / ha</b>	<b>Information Source</b>
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)			

<b>TABLEAU 3A.1.4 (SUITE)</b> <b>VOLUME DE STOCKS SUR PIED MOYENS (1) ET DE BIOMASSE AERIEENNE (2) (MATIERE SECHE) DES FORETS EN 2000</b> <b>(SOURCE FRA 2000)</b>			
(1) A utiliser pour V dans l'Equation 3.2.3.			
(2) A utiliser pour B <sub>w</sub> dans l'Equation 3.2.9, pour T <sub>conversion</sub> dans l'Equation 3.3.8 dans la section Terres cultivées et pour T <sub>conversion</sub> dans l'Equation 3.4.13 dans la section Prairies, etc. Ne pas utiliser pour C <sub>t2</sub> ou C <sub>t1</sub> dans l'Equation 3.2.3 de la section Terres forestières			
<b>d. EUROPE (Suite)</b>			
<b>Pays</b>	<b>Volume (aérien) m<sup>3</sup> / ha</b>	<b>Biomasse (aérienne) t / ha</b>	<b>Information Source</b>
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)			



<b>TABLEAU 3A.1.4 (SUITE)</b> <b>VOLUME DE STOCKS SUR PIED MOYENS (1) ET DE BIOMASSE</b> <b>AÉRIENNE (2) (MATIÈRE SECHE) DES FORETS EN 2000</b> <b>(SOURCE FRA 2000)</b>			
(1) A utiliser pour V dans l'Equation 3.2.3. (2) A utiliser pour B <sub>w</sub> dans l'Equation 3.2.9, pour T <sub>conversion</sub> dans l'Equation 3.3.8 dans la section Terres cultivées et pour T <sub>conversion</sub> dans l'Equation 3.4.13 dans la section Prairies, etc. Ne pas utiliser pour C <sub>t2</sub> ou C <sub>t1</sub> dans l'Equation 3.2.3 de la section Terres forestières			
<b>e. AMÉRIQUE DU NORD ET CENTRALE</b>			
Pays	Volume (aérien) m <sup>3</sup> / 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)			

<b>TABLEAU 3A.1.4 (SUITE)</b> <b>VOLUME DE STOCKS SUR PIED MOYENS (1) ET DE BIOMASSE</b> <b>AÉRIENNE (2) (MATIÈRE SECHE) DES FORETS EN 2000</b> <b>(SOURCE FRA 2000)</b>			
(1) A utiliser pour V dans l'Equation 3.2.3. (2) A utiliser pour B <sub>w</sub> dans l'Equation 3.2.9, pour T <sub>conversion</sub> dans l'Equation 3.3.8 dans la section Terres cultivées et pour T <sub>conversion</sub> dans l'Equation 3.4.13 dans la section Prairies, etc. Ne pas utiliser pour C <sub>t2</sub> ou C <sub>t1</sub> dans l'Equation 3.2.3 de la section Terres forestières			
<b>e. AMÉRIQUE DU NORD ET CENTRALE (Suite)</b>			
Country	Volume (aboveground) m <sup>3</sup> / 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	-	-	-
<b>TABLEAU 3A.1.4 (SUITE)</b> <b>VOLUME DE STOCKS SUR PIED MOYENS (1) ET DE BIOMASSE</b> <b>AÉRIENNE (2)</b> <b>(MATIÈRE SECHE) DES FORETS EN 2000 (SOURCE FRA 2000)</b>			
(1) A utiliser pour V dans l'Equation 3.2.3. (2) A utiliser pour B <sub>w</sub> dans l'Equation 3.2.9, pour T <sub>conversion</sub> dans l'Equation 3.3.8 dans la section Terres cultivées et pour T <sub>conversion</sub> dans l'Equation 3.4.13 dans la section Prairies, etc. Ne pas utiliser pour C <sub>t2</sub> ou C <sub>t1</sub> dans l'Equation 3.2.3 de la section Terres forestières.			
<b>f. AMÉRIQUE DU SUD</b>			
Pays	Volume (aérien) m <sup>3</sup> / ha	Biomasse (aérienne) t / ha	Information Source
Argentine	25	68	ES
Bolivie	114	183	IP
B Brésil	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)			

<b>TABLEAU 3A.1.5</b> <b>ACCROISSEMENT ANNUEL MOYEN DE LA BIOMASSE AERIENNE REGENEREE NATURELLEMENT,</b> <b>PAR GRANDES CATEGORIES</b> <b>(tonnes de matière sèche/ha/an)</b> (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
<b>Afrique</b>						
≤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)
<b>Asie &amp; Océanie</b>						
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
<b>Amérique</b>						
≤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
<b>Forêts tempérées</b>						
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)		
<b>Forêts boréales</b>						
Classe d'âge	Mixtes Caducifoliées-Conifères	Conifères	Forêt-Toundra	Caducifoliées		
<b>Eurasie</b>						
≤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		
<b>Amérique</b>						
≤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.						

<b>TABLEAU 3A.1.6</b> <b>ACCROISSEMENT ANNUEL MOYEN DE LA BIOMASSE AERIENNE DES PLANTATIONS, PAR GRANDES CATEGORIES</b> <b>(TONNES DE MATIERE SECHE /HA/AN)</b> (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)							
<b>Forêts tropicales et sub-tropicales</b>							
	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
<b>Afrique</b>							
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	-	-
<b>Asie</b>							
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)	-
<b>Amérique</b>							
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 *Symphymyrtus* 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 ( $m^3/ha/an$ ) (A utiliser pour $A_v$ dans l'Equation 3.2.5)		
Espèces	$I_v$ ( $m^3 ha^{-1} yr^{-1}$ )	
	Plage	Moyenne*
<i>E. deglupta</i>	14 - 50	32
<i>E. globulus</i>	10 - 40	25
<i>E. grandis</i>	15 - 50	32,5
<i>E. saligna</i>	10 - 55	32,5
<i>E. camaldulensis</i>	15 - 30	22,5
<i>E. urophylla</i>	20 - 60	40
<i>E. robusta</i>	10 - 40	25
<i>Pinus caribaea</i> var. <i>caribaea</i>	10 - 28	19
<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	20 - 50	35
<i>Pinus patula</i>	8 - 40	24
<i>Pinus radiata</i>	12 - 35	23,5
<i>Pinus oocarpa</i>	10 - 40	25
<i>Araucaria angustifolia</i>	8 - 24	16
<i>A. cunninghamii</i>	10 - 18	14
<i>Gmelina arborea</i>	12 - 50	31
<i>Swietenia macrophylla</i>	7 - 30	18,5
<i>Tectona grandis</i>	6 - 18	12
<i>Casuarina equisetifolia</i>	6 - 20	13
<i>C. junghuhniana</i>	7 - 11	9
<i>Cupressus lusitanica</i>	8 - 40	24
<i>Cordia alliodora</i>	10 - 20	15
<i>Leucaena leucocephala</i>	30 - 55	42,5
<i>Acacia auriculiformis</i>	6 - 20	13
<i>Acacia mearnsii</i>	14 - 25	19,5
<i>Terminalia superba</i>	10 - 14	12
<i>Terminalia ivorensis</i>	8 - 17	12,5
<i>Dalbergia sissoo</i>	5 - 8	6,5
<p>* 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.</p> <p>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 <a href="http://www.fao.org/DOCREP/004/AC121E/AC121E00.HTM">http://www.fao.org/DOCREP/004/AC121E/AC121E00.HTM</a></p>		

<b>TABLEAU 3A.1.8</b> <b>RAPPORT MOYEN BIOMASSE SOUTERRAINE/AERIENNE (RAPPORT SYSTEME RACINAIRE/SYSTEME FOLIACE, R),</b> <b>REGENEREE NATURELLEMENT, PAR GRANDES CATEGORIES (tonnes de matière sèche/tonne de matière sèche)</b> (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 *Astrelba lappacea*. *Australian Journal of Ecology* **4**: 223-228.
19. Christie, E. (1981) Biomass and nutrient dynamics in a C<sub>4</sub> 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*. Thèse 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.

<b>TABLEAU 3A.1.9-1</b> <b>DENSITES LIGNEUSES DE BASE (D) DU BOIS DE FUT POUR ESPECES ARBOREES BOREALES ET</b> <b>TEMPEREES (tonnes de matière sèche /m<sup>3</sup> volume non sec)</b> (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 $m_0/V_{\text{non sec}}$	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	Azelia 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	Anthothona 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 <sup>3</sup> 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 stahlii	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 <sup>3</sup> 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 tiliæfolia</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 <sup>3</sup> 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	Strombosiaopsis 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

<b>TABLEAU 3A.1.9-2 (SUITE)</b>					
<b>DENSITES LIGNEUSES DE BASE (D) DU BOIS DE FUT POUR ESPECES ARBOREES TROPICALES (tonnes de matière sèche /m<sup>3</sup> volume non sec) (A utiliser pour D dans les Equations 3.2.3., 3.2.5, 3.2.7, 3.2.8)</b>					
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 <sup>3</sup> 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 <sub>2</sub> (sur écorce) à utiliser avec les données de biomasse sur pied (Equation 3.2.3)	FEB <sub>1</sub> (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 FEB<sub>2</sub> 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 <sub>BL</sub>
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

<b>TABLEAU 3A.1.12</b> <b>VALEURS DES FACTEURS DE COMBUSTION (PROPORTION DE BIOMASSE PRESENTE AVANT LE FEU CONSUMEE) POUR DES</b> <b>FEUX DE DIVERS TYPES DE VEGETATION.</b> (Les valeurs dans la colonne « moyenne » doivent être utilisées pour (1-f <sub>BL</sub> ) dans l'Equation 3.2.9. et pour ρ <sub>brûlage</sub> sur site dans l'Equation 3.3.10)							
Type de végétation	Sous-catégorie	Moyenne	SD	No.m <sup>1</sup>	Plage	No.p <sup>2</sup>	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
<b>Toutes les forêts primaires tropicales</b>		<b>0.36</b>	<b>0.13</b>	<b>19</b>	<b>0.19 – 0.95</b>	<b>23</b>	
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
<b>Toutes les forêts secondaires tropicales</b>		<b>0.55</b>	<b>0.06</b>	<b>8</b>	<b>0.36 – 0.90</b>	<b>9</b>	56, 66, 34, 30
<b>Toutes les forêts tertiaires tropicales</b>		<b>0.59</b>	<b>-</b>	<b>1</b>	<b>0.47 – 0.88</b>	<b>2</b>	66, 30
Forêt boréale	Feu irréprimé (général)	0,40	0,06	2	0.36 – 0.45	2	33
	Feu de cîmes	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
<b>Toutes les forêts boréales</b>		<b>0.34</b>	<b>0.17</b>	<b>15</b>	<b>0.05 – 0.76</b>	<b>16</b>	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
<b>Toutes les forêts d'eucalyptus</b>		<b>0.63</b>	<b>0.13</b>	<b>12</b>	<b>0.49 – 0.82</b>	<b>12</b>	
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
<b>Toutes les « autres » forêts tempérées</b>		<b>0.45</b>	<b>0.16</b>	<b>19</b>	<b>0.16 – 0.84</b>	<b>17</b>	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
<b>Toutes les zones arbustives</b>		<b>0.72</b>	<b>0.25</b>	<b>7</b>	<b>0.27 – 0.98</b>	<b>7</b>	
Savanes arborées (feux de début de saison sèche)*	Savane arborée <sup>@</sup>	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
<b>Toutes les savanes arborées (feux de début de saison sèche)</b>		<b>0.40</b>	<b>0.22</b>	<b>6</b>	<b>0.01 – 0.87</b>	<b>6</b>	
Savanes arborées (feux de mi-saison/fin de saison sèche)*	Savane arborée <sup>@</sup>	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 <sup>#</sup>	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
<b>Toutes les savanes arborées (feux de mi-saison/fin de saison sèche)*</b>		<b>0.74</b>	<b>0.14</b>	<b>17</b>	<b>0.29 – 0.96</b>	<b>20</b>	

<sup>1</sup> No. m = nombre d'observations pour la moyenne  
<sup>2</sup> No. p = nombre d'observations pour la plage  
 \* Uniquement combustion de la couche superficielle, <sup>#</sup> campo cerrado, cerrado sensu stricto, <sup>S</sup> campo sujo, campo limpo, dambo, <sup>@</sup> miombo  
 ~ obtenu pour la forêt tropicale brûlée (inclut le matériau ligneux non brûlé)

Type de végétation	Sous-catégorie	Moyenne	SD	No.m <sup>1</sup>	Plage	No.p <sup>2</sup>	Références
Savane-prairies/ Pâturages (feux de début de saison sèche)*	Prairie tropicale/sous-tropicale <sup>S</sup>	0,74	-	1	0,44 – 0,98	1	28
	Prairie	-	-	0	0,18 – 0,78	1	48
<b>Toutes les savanes-prairies (feux de début de saison sèche)*</b>		<b>0,74</b>	<b>-</b>	<b>1</b>	<b>0,18 – 0,98</b>	<b>2</b>	
Savane-prairies/ Pâturages (feux de mi-saison/fin de saison sèche)*	Prairie tropicale/sous-tropicale <sup>S</sup>	0,92	0,11	7	0,71 – 1,00	8	44, 73, 66, 12, 57
	Pâturage tropical <sup>~</sup>	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
<b>Toutes les savanes-prairies (feux de mi-saison/fin de saison sèche)*</b>		<b>0,77</b>	<b>0,26</b>	<b>29</b>	<b>0,19 – 1,00</b>	<b>38</b>	
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 <sup>1</sup>	Plage	No. p <sup>2</sup>	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
<b>Toutes les forêts primaires tropicales</b>		<b>119,6</b>	<b>50,7</b>	<b>11</b>	<b>10 – 228</b>	<b>15</b>	
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
<b>Toutes les forêts secondaires tropicales</b>		<b>42,2</b>	<b>23,6</b>	<b>5</b>	<b>7,2 – 93,6</b>	<b>5</b>	66, 30
<b>Toutes les forêts tertiaires tropicales</b>		<b>54,1</b>	<b>-</b>	<b>1</b>	<b>4,5 – 53</b>	<b>2</b>	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
<b>Toutes les forêts boréales</b>		<b>41,0</b>	<b>36,5</b>	<b>44</b>	<b>1,0 – 202</b>	<b>49</b>	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
<b>Toutes les forêts d'eucalyptus</b>		<b>69,4</b>	<b>100,8</b>	<b>22</b>	<b>4,2 – 453</b>	<b>23</b>	

TABLEAU 3A.1.13 (SUITE)							
VALEURS DE CONSOMMATION DE LA BIOMASSE POUR DES FEUX DE DIVERS TYPES DE VÉGÉTATION (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 <sup>1</sup>	Plage	No. p <sup>2</sup>	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
<b>Toutes les « autres » forêts tempérées</b>		<b>50,4</b>	<b>53,7</b>	<b>15</b>	<b>3 – 220</b>	<b>18</b>	<b>43, 56</b>
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
<b>Toutes les zones arbustives</b>		<b>14,3</b>	<b>9,0</b>	<b>11</b>	<b>1,1 – 30</b>	<b>12</b>	
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
<b>Toutes les savanes arborées (feux de début de saison sèche)</b>		<b>2,6</b>	<b>0,1</b>	<b>2</b>	<b>0,07 – 3,9</b>	<b>2</b>	
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
<b>Toutes les savanes arborées (feux de mi-saison/fin de saison sèche)*</b>		<b>4,6</b>	<b>1,5</b>	<b>12</b>	<b>1,0 – 10,6</b>	<b>12</b>	
Savane-prairies/Pâturages (feux de début de saison sèche)*	Prairie tropicale/sous-tropicale §	2,1	-	1	1,4 – 3,1	1	28
	Prairie	-	-	-	1,2 – 11	1	48
<b>Toutes les savanes-prairies (feux de début de saison sèche)</b>		<b>2,1</b>	<b>-</b>	<b>1</b>	<b>1,2 – 11</b>	<b>2</b>	
Savane-prairies/Pâturages (feux de mi-saison/fin de saison sèche)*	Prairie tropicale/sous-tropicale §	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
<b>Toutes les savanes-prairies (feux de mi-saison/fin de saison sèche)*</b>		<b>10,0</b>	<b>10,1</b>	<b>24</b>	<b>0,5 – 45</b>	<b>29</b>	
Autres types de végétation	Tourbière	41	1,4	2	40 – 42	2	68, 33
	Tundra	10	-	1	-	-	33

<sup>1</sup> No. m = nombre d'observations pour la moyenne  
<sup>2</sup> No. p = nombre d'observations pour la plage  
\* Uniquement combustion de la couche superficielle, # campo cerrado, cerrado sensu stricto, § 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. Raison, 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 CO<sub>2</sub>, CO, H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, 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, *CH<sub>4</sub> 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
<b>Tropicale humide</b>						
- primaire <sup>a</sup>	0,15-0,3	~0,30				
- secondaire <sup>b</sup>		0,40				
<b>Tropicale sèche</b>						
- Mixte <sup>c</sup>		>0,9				
- Acacia <sup>d</sup>			-	0,8	-	~0,95
Tempérée Eucalyptus <sup>e</sup>	0,3	0,5-0,6				
Forêt boréale <sup>f</sup>	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: <sup>a</sup>Fearnside (1990), Wei Min Hao et al (1990); <sup>b</sup>Wei Min Hao et al (1990); <sup>c</sup>Kauffmann, Uhl, et al (1990); <sup>d</sup>Williams et al (1970), Cheney (comm. pers. 2002); <sup>e</sup>McArthur (1969), Harwood et Jackson (1975), Slijepcevic (2001), Stewart et Flinn (1985); et <sup>f</sup>French et al (2000)

<b>TABLEAU 3A.1.15</b> <b>RAPPORTS D'EMISSIONS POUR LE BRULAGE A L'AIR LIBRE DE FORETS DEFRICHEES</b> (A utiliser dans l'Equation 3.2.19)	
<b>Composé</b>	<b>Rapports d'émissions</b>
CH <sub>4</sub>	0,012 (0,009-0,015) <sup>a</sup>
CO	0,06 (0,04-0,08) <sup>b</sup>
N <sub>2</sub> O	0,007 (0,005-0,009) <sup>c</sup>
NO <sub>x</sub>	0,121 (0,094-0,148) <sup>c</sup>

Sources : <sup>a</sup>Delmas, 1993, <sup>b</sup>Lacaux *et al.*, 1993, et Crutzen et Andreae, 1990. Remarque : Les rapports pour les composés carbonés (CH<sub>4</sub> 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.

<b>TABLEAU 3A.1.16</b> <b>FACTEURS D'EMISSIONS APPLICABLES AUX COMBUSTIBLES BRULES, POUR DIVERS TYPES DE FEUX DE VEGETATION</b> (G/KG DE MATIERE SECHE BRULEE) (A utiliser dans l'Equation 3.2.20)							
	<b>CO<sub>2</sub></b>	<b>CO</b>	<b>CH<sub>4</sub></b>	<b>NO<sub>x</sub></b>	<b>N<sub>2</sub>O*</b>	<b>NMHC <sup>2</sup></b>	<b>Source</b>
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)

<sup>1</sup> En supposant une teneur en C de 41-45 pour cent, et une complétude de la combustion de 85-100 pour cent .  
<sup>2</sup> 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 CO<sub>2</sub> et de gaz à effet de serre sans CO<sub>2</sub>, 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 CO<sub>2</sub>. 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 CO<sub>2</sub>)

Deux ensembles de feuilles de calculs de compilation permettent de compiler séparément les émissions et absorptions de CO<sub>2</sub> et les émissions de gaz à effet de serre sans CO<sub>2</sub>. 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 CO<sub>2</sub>, 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 CO<sub>2</sub> et de gaz à effet de serre sans CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> et de gaz à effet de serre sans CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub>) 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 CO<sub>2</sub> et les émissions de gaz à effet de serre sans CO<sub>2</sub> sont notifiées en gigagrammes (Gg) dans les tableaux de notification. Pour convertir les tonnes C en Gg CO<sub>2</sub>, multiplier la valeur par 44/12, puis par 10<sup>-3</sup>. Pour convertir kg N<sub>2</sub>O-N en Gg N<sub>2</sub>O, multiplier la valeur par 44/28, puis par 10<sup>-6</sup>.

**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 <sub>2</sub> ET DE GAZ SANS CO <sub>2</sub> POUR UTCATF POUR L'ANNEE DE NOTIFICATION									
Catégorie d'utilisation des terres	Utilisation des terres pendant l'année de notification	Lignes directrices du GIEC <sup>1</sup>	Variations annuelles des stocks de carbone, Gg CO <sub>2</sub>			CH <sub>4</sub> (Gg)	N <sub>2</sub> O (Gg)	NO <sub>x</sub> <sup>3</sup> (Gg)	CO <sub>3</sub> (Gg)
			Biomasse vivante	Matière organique morte	Sols				
			A	B	C	D			
Terres forestières	Terres forestières	5A							
Terres cultivées	Terres forestières	5A, 5C, 5D	$\Delta C_{LF\_LB}$ <sup>5</sup>	$\Delta C_{LF\_DOM}$	$\Delta C_{LF\_SOM}$				
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							
	<b>Sous-total : Terres forestières</b>								
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							
	<b>Sous-total : Terres cultivées</b>								
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							
	<b>Sous-total : Prairies</b>								
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							
	<b>Sous-total : Zones humides</b>								

(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 <sub>2</sub> ET DE GAZ SANS CO <sub>2</sub> POUR UTCATF POUR L'ANNEE DE NOTIFICATION		TABLEAU DE NOTIFICATION POUR LES EMISSIONS ET ABSORPTIONS DE CO <sub>2</sub> ET DE GAZ SANS CO <sub>2</sub> 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 <sup>1</sup>	Variations annuelles des stocks de carbone, Gg CO <sub>2</sub>			CH <sub>4</sub> (Gg)	N <sub>2</sub> O (Gg)	NO <sub>x</sub> <sup>3</sup> (Gg)	CO <sub>3</sub> (Gg)
			Biomasse vivante	Matière organique morte	Sols				
			A	B	C	D = (A+B+C) • (-1)			
Établissements	Établissements	5A							
Terres forestières	Établissements	5B							
Terres cultivées	Établissements	5E							
Prairies	Établissements	5B							
Zones humides	Établissements	5E							
Autres terres	Établissements	5E							
	<b>Sous-t : Établissements</b>								
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							
	<b>Sous-total : Autres terres</b>								
Autres <sup>4</sup> (spécifier svp)									
	<b>Sous-Total : Autres</b>								
	<b>Total</b>								

<sup>1</sup> 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.

<sup>2</sup> 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 CO<sub>2</sub> obtenue.

<sup>3</sup> Les *Lignes directrices du GIEC* et le présent rapport fournissent une méthodologie pour l'estimation des émissions de NO<sub>x</sub> 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.

<sup>4</sup> Ceci peut inclure d'autres sources ou puits non spécifiés, tels que RPL, etc.

<sup>5</sup> 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 <sup>1</sup>	Variations annuelles des stocks de carbone, Gg CO <sub>2</sub>				CH <sub>4</sub> (Gg)	N <sub>2</sub> O (Gg)	NO <sub>x</sub> <sup>3</sup> (Gg)	CO <sub>3</sub> (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 <sub>2</sub> <sup>2</sup> D = (A+B+C) • (-1)				
Terres forestières	Terres cultivées	5B, 5D								
Terres forestières	Prairies	5B, 5D	$\Delta C_{LG,IB}^4$	$\Delta C_{LG,DOM}$	$\Delta C_{LG,SOM}$					
Terres forestières	Zones humides	5B								
Terres forestières	Établissements	5B								
Terres forestières	Autres terres	5B								
<b>Sous-total : Terres forestières</b>										
Prairies	Terres forestières	5A, 5C, 5D								
Prairies	Terres cultivées	5B, 5D								
Prairies	Zones humides	5B								
Prairies	Établissements	5B								
Prairies	Autres terres	5B								
<b>Sous-total : Prairies</b>										
<b>Total</b>										

<sup>1</sup> 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.

<sup>2</sup> 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 CO<sub>2</sub> obtenue.

<sup>3</sup> Les *Lignes directrices du GIEC* et le présent rapport fournissent une méthodologie pour l'estimation des émissions de NO<sub>x</sub> 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.

<sup>4</sup> Ceci peut inclure d'autres sources ou puits non spécifiés, tels que RPL, etc.

<sup>5</sup> 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 <sub>2</sub> ET DE GAZ SANS CO <sub>2</sub> POUR UTCATF POUR L'ANNEE DE NOTIFICATION											
Catégorie d'utilisation des terres <sup>2</sup>		Superficie terrestre (ha)		Biomasse vivante			Matière organique morte			Sols <sup>3</sup>	
Utilisation des terres initiale	Utilisation des terres ; année de notification	Augmentation annuelle des stocks de carbone (tonnes C an <sup>-1</sup> )	Diminution annuelle des stocks de carbone (tonnes C an <sup>-1</sup> )	Variation annuelle des stocks de carbone (Gg CO <sub>2</sub> an <sup>-1</sup> )	Variation des stocks de carbone du bois mort (tonnes C an <sup>-1</sup> )	Variation des stocks de carbone de la litière (tonnes C an <sup>-1</sup> )	Variation des stocks de carbone (Gg CO <sub>2</sub> an <sup>-1</sup> )	Variation des stocks de carbone des sols minéraux (tonnes C an <sup>-1</sup> )	Variation des stocks de carbone des sols organiques (tonnes C an <sup>-1</sup> )	Variation annuelle des stocks de carbone (Gg CO <sub>2</sub> an <sup>-1</sup> )	Variation des stocks de carbone (tonnes C an <sup>-1</sup> )
		A	B	C = (A-B) • 10 <sup>-3</sup> • 44/12	D	E	F = (D+E) • 10 <sup>-3</sup> • 44/12	G	H	I = (G+H) • 10 <sup>-3</sup> • 44/12	I
		$\Delta C_{L,F,G}$ <sup>4</sup>	$\Delta C_{L,F,L}$	$\Delta C_{L,F,LB}$	$\Delta C_{L,F,DW}$	$\Delta C_{L,F,LT}$	$\Delta C_{L,F,DOM}$	$\Delta C_{L,F,Mineral}$	$\Delta C_{L,F,Organic}$	$\Delta C_{L,F,Soils}$	
Terres forestières	Terres forestières										
Terres cultivées	Terres forestières										
Prairies	Terres forestières										
Zones humides	Terres forestières										
Établissements	Terres forestières										
Autres terres	Terres forestières										
	<b>Sous-total : Terres forestières</b>										
Terres cultivées	Terres cultivées										
Terres forestières	Terres cultivées										
Prairies	Terres cultivées										
Zones humides	Terres cultivées										
Établissements	Terres cultivées										
Autres terres	Terres cultivées										
	<b>Sous-total : Terres cultivées</b>										
Prairies	Prairies										
Terres forestières	Prairies										
Terres cultivées	Prairies										
Zones humides	Prairies										
Établissements	Prairies										
Autres terres	Prairies										
	<b>Sous-total : Prairies</b>										
Zones humides	Zones humides										
Terres forestières	Zones humides										
Terres cultivées	Zones humides										
Prairies	Zones humides										
Établissements	Zones humides										
Autres terres	Zones humides										
	<b>Sous-total : Zones humides</b>										

(VOIR SUITE DES LIGNES POUR D'AUTRES CATEGORIES AU VERSO)

TABLEAU 3A.2.1A

TABLEAU DE NOTIFICATION POUR LES EMISSIONS ET ABSORPTIONS DE CO <sub>2</sub> ET DE GAZ SANS CO <sub>2</sub> POUR UTCATF POUR L'ANNEE DE NOTIFICATION <sup>1</sup>											
Catégorie d'utilisation des terres <sup>2</sup>	Utilisation des terres ; année de notification	Superficie terrestre (ha)	Biomasse vivante			Matière organique morte			Sols <sup>3</sup>		
			Augmentation annuelle des stocks de carbone (tonnes C an <sup>-1</sup> )	Diminution annuelle des stocks de carbone (tonnes C an <sup>-1</sup> )	Variation des stocks de carbone annuels des stocks de carbone (tonnes C an <sup>-1</sup> )	Variation des stocks de carbone annuels des stocks de carbone (tonnes C an <sup>-1</sup> )	Variation des stocks de carbone annuels des stocks de carbone (tonnes C an <sup>-1</sup> )	Variation des stocks de carbone annuels des stocks de carbone (tonnes C an <sup>-1</sup> )	Variation des stocks de carbone annuels des stocks de carbone (tonnes C an <sup>-1</sup> )	Variation des stocks de carbone annuels des stocks de carbone (tonnes C an <sup>-1</sup> )	
		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										
	<b>Sous-total : Établissements</b>										
Autres terres	Autres terres										
Terres forestières	Autres terres										
Terres cultivées	Autres terres										
Prairies	Autres terres										
Zones humides	Autres terres										
Établissements	Autres terres										
	<b>Sous-total : Autres terres</b>										
Autres (spécifier svp) <sup>2</sup>											
	<b>Sous-total : Autres</b>										
	<b>Total</b>										

<sup>1</sup> La convention des signes pour les variations nettes de carbone aux colonnes C, F, et I sont : gain net (+) et perte nette (-).

<sup>2</sup> Peut inclure d'autres sources ou puits non spécifiés tels que les PLR, etc.

<sup>3</sup> On peut ajouter une colonne supplémentaire pour inclure la variation des stocks de carbone des sols résultant du chaulage.

<sup>4</sup> 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 CO<sub>2</sub><sup>1</sup>**

Catégorie d'utilisation des terres	Superficie terrestre (ha)	CH <sub>4</sub> (Gg)		N <sub>2</sub> O (Gg)		NO <sub>x</sub> (Gg)		CO (Gg)		
		Biomasse <sup>2</sup>	Sols	Total	Biomasse <sup>2</sup>	Sols <sup>3</sup>	Total	Biomasse <sup>2</sup>	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									
	<b>Sous-total : Terres forestières</b>									
Terres cultivées	Terres cultivées									
Terres forestières	Terres cultivées									
Prairies	Terres cultivées									
Zones humides	Terres cultivées									
Établissements	Terres cultivées									
Autres terres	Terres cultivées									
	<b>Sous-total : Terres cultivées</b>									
Prairies	Prairies									
Terres forestières	Prairies									
Terres cultivées	Prairies									
Zones humides	Prairies									
Établissements	Prairies									
Autres terres	Prairies									
	<b>Sous-total : Prairies</b>									
Zones humides	Zones humides									
Terres forestières	Zones humides									
Terres cultivées	Zones humides									
Prairies	Zones humides									
Établissements	Zones humides									
Autres terres	Zones humides									
	<b>Sous-total : Zones humides</b>									

TABLEAU 3A.2.2B

FEUILLES DE CALCULS DE COMPILATION POUR LA NOTIFICATION DES ÉMISSIONS SANS CO<sub>2</sub><sup>1</sup>

Catégorie d'utilisation des terres	Superficie terrestre (ha)	CH <sub>4</sub> (Gg)		N <sub>2</sub> O (Gg)		NO <sub>x</sub> (Gg)		CO (Gg)		
		Biomasse <sup>2</sup>	Sols	Total	Biomasse <sup>2</sup>	Sols <sup>3</sup>	Total	Biomasse <sup>2</sup>	Sols	Total
Utilisation des terres; année de notification										
Établissements										
Terres forestières										
Terres cultivées										
Prairies										
Zones humides										
Autres terres										
<b>Sous-total : Établissements</b>										
Autres terres										
Terres forestières										
Terres cultivées										
Prairies										
Zones humides										
Établissements										
<b>Sous-total : Autres terres</b>										
Autres (spécifier svp)										
<b>Sous-total : Autres</b>										
<b>Total</b>										

<sup>1</sup> Toutes les unités devront être notifiées en gigagrammes (Gg). Pour convertir l'unité de « kg N<sub>2</sub>O-N » en Gg N<sub>2</sub>O, multiplier la valeur (provenant des Feuilles de calculs) par 44/28 et 10<sup>-6</sup>. Comme pour la convention utilisée dans les Feuilles de calculs, le signe pour les absorptions est positif (+) et négatif (-) pour les émissions.

<sup>2</sup> Des perturbations de la croissance de la biomasse ligneuse peuvent se produire uniquement dans les forêts et prairies. Les émissions sans CO<sub>2</sub> dues au brûlage dirigé de la savane (prairies) sont notifiées au Chapitre 4 des *Lignes directrices du GIEC*.

<sup>3</sup> La fertilisation est pratiquée sur les terres forestières, les terres cultivées, et les prairies. Les émissions de N<sub>2</sub>O résultant de l'utilisation d'engrais azotés sur les terres cultivées sont notifiées au Chapitre 4 des *Lignes directrices du GIEC*.



<b>Module</b>		<b>Terres forestières</b>							
<b>Sous-module</b>		<b>Terres forestières restant terres forestières</b>							
<b>Feuille de calcul</b>		<b>TF-1a: Variation annuelle des stocks de carbone de la biomasse aérienne et souterraine )<sup>1</sup></b>							
<b>Feuille</b>		<b>1 de 4</b>							
Catégorie d'utilisation des terres <sup>2</sup>	Utilisation des terres pendant l'année de notification	Sous-catégories pour l'année de notification <sup>3</sup>	Superficie des terres forestières restant terres forestières (ha)	Accroissement annuel net moyen en volume utilisable pour un traitement industriel (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> an <sup>-1</sup> )	Densité ligneuse de base (tonnes m.s. par m <sup>-3</sup> de volume marchand)	Facteur d'expansion de la biomasse pour la conversion de l'accroissement net annuel (avec écorce) en accroissement de biomasse arborée aérienne (adimensionnel)	Accroissement annuel moyen de biomasse aérienne (tonnes m.s. ha <sup>-1</sup> an <sup>-1</sup> ) $E = B \bullet C \bullet D$	Rapport système racinaire/système foliacé approprié pour les accroissements (adimensionnel)	Accroissement annuel moyen de biomasse aérienne et souterraine (tonnes m.s. ha <sup>-1</sup> an <sup>-1</sup> ) $G = E \bullet (1+F)$
	TF	(a)	A	B	C	D	E	F	G
		(b)	S	A <sub>v</sub>	D	FEB <sub>i</sub>	A <sub>a</sub>	R	A <sub>TOTAL</sub>
		(c)							
		Sous-total							
<b>Total</b>									

<sup>1</sup> Les calculs sont basés sur une méthode par défaut (voir Section 3.2.1.1).

<sup>2</sup> TF signifie Terres forestières. Voir le Chapitre 2 pour les méthodologies pour la représentation des superficies terrestres.

<sup>3</sup> L'utilisation des terres devra être subdivisée par types de forêts et zones climatiques du pays.

<b>Module</b>		<b>Terres forestières</b>	
<b>Sous-module</b>		<b>Terres forestières restant terres forestières</b>	
<b>Feuille de calcul</b>		<b>TF-1a: Variation annuelle des stocks de carbone de la biomasse vivante (biomasse aérienne et souterraine)</b>	
<b>Feuille</b>		<b>2 de 4</b>	

Catégorie d'utilisation des terres	Sous-catégories pour l'année de notification	Fraction de carbone de la matière sèche (valeur par défaut = 0,5) (tonnes C tonne m.s. <sup>-1</sup> )	Augmentation annuelle des stocks de carbone due à l'accroissement de la biomasse (tonnes C an <sup>-1</sup> ) $I = A \bullet G \bullet H$	Volume de bois rond extrait annuellement (m <sup>3</sup> an <sup>-1</sup> )	Densité de la biomasse (tonnes m.s. m <sup>-3</sup> volume non sec)	Facteur d'expansion pour la conversion des volumes de bois rond extrait en biomasse aérienne totale (avec écorce) (adimensionnel)	Fraction de biomasse laissée sur le sol des forêts (adimensionnel)
TF	(a)						
	(b)	FC	$\Delta C_{FFA}$	H	D	FEB <sub>2</sub>	f <sub>BU</sub>
	(c)						
	Sous-total						
<b>Total</b>							

Module		Terres forestières								
Sous-module		Terres forestières restant terres forestières								
Feuille de calcul		TF-1a: Variation annuelle des stocks de carbone de la biomasse aérienne et souterraine)								
Feuille		3 de 4								
Catégorie d'utilisation des terres	Sous-catégories pour l'année de notification	Pertes annuelles de carbone due aux abattages commerciaux (tonnes C an <sup>-1</sup> ) $N = J \bullet K \bullet L \bullet (1-M) \bullet H$	Volume annuel de bois de feu collecté (m <sup>3</sup> N <sup>-1</sup> )	Densité de la biomasse (tonnes m.s. m <sup>-3</sup> volume non sec)	Facteur d'expansion pour la conversion des volumes de bois rond extrait en biomasse aérienne totale (avec écorce) (adimensionnel)	Pertes annuelles de carbone dues à la collecte de bois de feu (tonnes C an <sup>-1</sup> ) $R = O \bullet P \bullet Q \bullet H$	Superficiés forestières affectées par les perturbations (ha an <sup>-1</sup> )	Stocks moyens de biomasse des superficiés forestières (tonnes m.s. ha <sup>-1</sup> )		
Utilisation des terres pendant l'année de notification		N	O	P	Q	R	S	T		
TF	(a)	$P_{abattages}$	CBF	<b>D</b>	<b>FEB<sub>2</sub></b>	<b>P<sub>boisdefeu</sub></b>	<b>S<sub>perturbation</sub></b>	<b>B<sub>w</sub></b>		
	(b)									
	(c)									
	Sous-total									
<b>Total</b>										

Module		Terres forestières				
Sous-module		Terres forestières restant terres forestières				
Feuille de calcul		TF-1a: Variation annuelle des stocks de carbone de la biomasse vivante (biomasse aérienne et souterraine)				
Feuille		4 de 4				
Catégorie d'utilisation des terres	Utilisation des terres pendant l'année de notification	Sous-catégories pour l'année de notification	Fraction de biomasse laissée sur le sol des forêts (adimensionnelle)	Autres pertes annuelles de carbone (tonnes C an <sup>-1</sup> ) $V = S \cdot T \cdot (1-U) \cdot H$	Diminution annuelle des stocks de carbone due à la perte de biomasse (tonnes C an <sup>-1</sup> ) $W = N+R+V$	Variation annuelle des stocks de carbone de la biomasse vivante (tonnes C yr <sup>-1</sup> ) $X = I-W$
	Utilisation des terres initiale		U	V	W	X
TF	TF	(a)		$P_{\text{autrespertes}}$	$\Delta C_{\text{PF}_D}$	$\Delta C_{\text{PF}_{\text{BV}}}$
		(b)	$f_{\text{BL}}$			
		(c)				
		Sous-total				
Total						

<b>Module</b>		<b>Terres forestières</b>						
<b>Sous-module</b>		<b>Terres forestières restant terres forestières</b>						
<b>Feuille de calcul</b>		<b>TF-1b: Variation annuelle des stocks de carbone des bassins de matière organique morte (bois mort et litière)<sup>1</sup></b>						
<b>Feuille</b>		<b>1 de 3</b>						
Catégorie d'utilisation des terres	Utilisation des terres pendant l'année de notification	Sous-catégories pour l'année de notification	Superficie des terres forestières gérées restant terres forestières (ha)	Transfert annuel moyen vers le bois mort (tonnes m.s. ha <sup>-1</sup> an <sup>-1</sup> )	Transfert annuel moyen par le bois mort (tonnes m.s. ha <sup>-1</sup> an <sup>-1</sup> )	Fraction de carbone de la matière sèche (valeur par défaut 0,5) (tonnes C (tonne m.s.) <sup>-1</sup> )	Variation annuelle des stocks de carbone du bois mort (tonnes C an <sup>-1</sup> ) E = A • (B-C) • D	Stocks de litière de référence pour une forêt naturelle, non gérée, correspondant à l'état <i>i</i> (tonnes C ha <sup>-1</sup> )
	Utilisation des terres initiale							
TF	TF	(a)	A	B	C	D	E	F
		(b)	S	B <sub>vers</sub>	B <sub>pur</sub>	FC	ΔC <sub>PF, BM</sub>	L <sub>T, ref(i)</sub>
		(c)						
		Sous-total						
<b>Total</b>								

<sup>1</sup> 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.

<b>Module</b>		<b>Terres forestières</b>						
<b>Sous-module</b>		<b>Terres forestières restant terres forestières</b>						
<b>Feuille de calcul</b>		<b>TF-1b: Variation annuelle des stocks de carbone des bassins de matière organique morte (bois mort et litière)</b>						
<b>Feuille</b>		<b>2 de 3</b>						
Catégorie d'utilisation des terres	Utilisation des terres pendant l'année de notification	Sous-catégories pour l'année de notification	Facteur de compensation reflétant l'effet de l'intensité ou des pratiques de gestion sur $LT_{ref}$ pour l'état $i$ (adimensionnel)	Facteur de compensation reflétant l'effet d'un changement de régime des perturbations sur $LT_{ref}$ à l'état $i$ (adimensionnel)	Stocks de litière stables, à l'état antérieur $i$ (tonnes C ha <sup>-1</sup> ) $I = F \bullet G \bullet H$	Stocks de litière de référence à l'état antérieur $j$ (tonnes C ha <sup>-1</sup> )	Facteur de compensation reflétant l'effet de l'intensité ou des pratiques de gestion sur $LT_{ref}(j)$ pour l'état $j$ (adimensionnel)	Facteur de compensation reflétant l'effet d'un changement de régime des perturbations sur $LT_{ref}(j)$ à l'état $j$ (adimensionnel)
	Utilisation des terres initiale		G	H	I	J	K	L
TF	TF	(a)						
		(b)	$F_{intensité\ gestion\ i}$	$F_{régime\ perturb\ i}$	$C_i$	$LT_{ref}(i)$	$F_{intensité\ gestion\ j}$	$F_{régime\ perturb\ j}$
		(c)						
		Sous-total						<b>0</b>
<b>Total</b>								

Module		Terres forestières					
Sous-module		Terres forestières restant terres forestières					
Feuille de calcul		TF-1b: Variation annuelle des stocks de carbone des bassins de matière organique morte (bois mort et litière)					
Feuille		3 de 3					
Catégorie d'utilisation des terres	Utilisation des terres pendant l'année de notification	Sous-catégories pour l'année de notification	Stocks de litière stables, à l'état antérieur $j$ (tonnes C ha <sup>-1</sup> ) $M = J \bullet K \bullet L$	Superficie de forêt en transition de l'état $i$ à l'état $j$ (ha)	Période de transition de l'état $i$ à l'état $j$ , Valeur par défaut 20 ans (années)	Variation annuelle des stocks de carbone de la litière (tonnes C an <sup>-1</sup> ) $P = (M-I) \bullet N / O$	Variation annuelle des stocks de carbone de la matière organique morte (tonnes C an <sup>-1</sup> ) $Q = E+P$
	Utilisation des terres initiale						
TF	TF	(a)	M	N	O	P	Q
		(b)	$C_j$	$S_{ij}$	$T_{ij}$	$\Delta C_{FF, I,T}$	$\Delta C_{FF, MOM}$
		(c)					
		Sous-total					
Total							

<b>Terres forestières</b>										
<b>Terres forestières restant terres forestières</b>										
<b>TF-1cl: Variation annuelle des stocks de carbone des sols minéraux<sup>1</sup></b>										
<b>Feuille 1 de 2</b>										
Catégorie d'utilisation des terres <sup>2</sup>	Utilisation des terres initiale	Utilisation des terres pendant l'année de notification	Sous-catégories pour l'année de notification <sup>3</sup>	Superficie de forêt en transition de l'état <i>i</i> à l'état <i>j</i> (ha)	Période de transition de l'état COS <sub><i>i</i></sub> à l'état COS <sub><i>j</i></sub> (valeur par défaut = 20 ans) (années)	Stocks de carbone de référence, pour une forêt naturelle non gérée, pour un sol donné (tonnes C ha <sup>-1</sup> )	Facteur de compensation reflétant l'effet d'un changement du type de forêt – de forêt naturelle à forêt à l'état <i>i</i> (adimensionnel)	Facteur de compensation reflétant l'effet de l'intensité de la gestion ou des pratiques de gestion pour une forêt à l'état <i>i</i> (adimensionnel)	Facteur de compensation reflétant l'effet d'un changement du régime de perturbation passant à <i>i</i> par rapport à la forêt naturelle (adimensionnel)	Stocks de carbone organique stable des sols, à l'état antérieur <i>i</i> (tonnes C ha <sup>-1</sup> )  G = C • D • E • F
TF			(a)							
			(b)	<b>S<sub><i>ij</i></sub></b>	<b>T<sub><i>ij</i></sub></b>	<b>COS<sub>réf</sub></b>	<b>f<sub>type forêt i</sub></b>	<b>f<sub>intensité gestion i</sub></b>	<b>f<sub>régime perturb i</sub></b>	<b>COS<sub><i>i</i></sub></b>
			(c)							
			Sous-total							
<b>Total</b>										

<sup>1</sup> Le calcul est basé sur le Niveau 2 étant donné que le Niveau 1 suppose que la variation nette du carbone des sols minéraux, pour les terres forestières restant terres forestières, est égale à zéro.

<sup>2</sup> TF signifie Terres forestières. Voir le Chapitre 2 pour les méthodologies de représentation des superficies terrestres.

<sup>3</sup> L' utilisation des terres devra être subdivisée par types de forêts ou espèces arborées, système national de classification des terres, ou zones écologiques.



Terres forestières									
Sous-module									
Terres forestières restant terres forestières									
Feuille de calcul									
TF-1cl: Variation annuelle des stocks de carbone des sols minéraux									
Feuille									
Catégorie d'utilisation des terres	Utilisation des terres pendant l'année de notification		Sous-catégories pour l'année de notification	Stocks de carbone de référence, pour une forêt naturelle non gérée, pour un sol donné (tonnes C ha <sup>-1</sup> )	Facteur de compensation reflétant l'effet d'un changement du type de forêt – de forêt naturelle à forêt à l'état j (adimensionnel)	Facteur de compensation reflétant l'effet de la gestion ou des pratiques de gestion pour une forêt à l'état j (adimensionnel)	Facteur de compensation reflétant l'effet d'un changement du régime de perturbation passant à j par rapport à la forêt naturelle (adimensionnel)	Stocks de carbone organique stable des sols, à l'état actuel j (tonnes C ha <sup>-1</sup> ) L = H • I • J • K	Variation annuelle des stocks de carbone (tonnes C an <sup>-1</sup> ) M = (L-G) • A / B
	Utilisation des terres initiale	Utilisation des terres pendant l'année de notification		H (= C)	I	J	K	L	M
TF	TF		(a)	$COS_{ref}$	$f_{type\ forêt\ j}$	$f_{intensité\ gestion\ j}$	$f_{régime\ perturbation\ j}$	$COS_j$	$\Delta C_{FF\ Minéraux}$
			(b)						
			(c)						
			Sous-total						
<b>Total</b>									

<b>Module</b>		<b>Terres forestières</b>				
<b>Sous-module</b>		<b>Terres forestières restant terres forestières</b>				
<b>Feuille de calcul</b>		<b>TF-1c2: Variation annuelle des stocks de carbone des sols organiques</b>				
<b>Feuille</b>		<b>I de I</b>				
Catégorie d'utilisation des terres	Utilisation des terres initiale	Utilisation des terres pendant l'année de notification	Sous-catégories pour l'année de notification	Superficie des sols forestiers organiques drainés (ha)	Facteur pour les émissions de CO <sub>2</sub> des sols forestiers organiques drainés (tonnes C ha <sup>-1</sup> an <sup>-1</sup> )	Émissions de CO <sub>2</sub> par les sols forestiers organiques drainés (tonnes C an <sup>-1</sup> )
	TF	TF	(a) (b) (c) Sous-total	A	B	C
				S <sub>Drainés</sub>	<b>FE<sub>Drainage</sub></b>	$\Delta C_{TF}^{Organiques}$
<b>Total</b>						

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 <sup>-1</sup> )	Émissions de CO <sub>2</sub> par les sols forestiers organiques drainés (tonnes C an <sup>-1</sup> )	Variation annuelle des stocks de carbone des sols (tonnes C an <sup>-1</sup> )	
A	B	C = A+B	C
$\Delta C_{PF\_Minéraux}$	$\Delta C_{PF\_Organiques}$	$\Delta C_{PF\_Sols}$	

<b>Module</b>		<b>Terres forestières</b>									
<b>Sous-module</b>		<b>Terres forestières restant terres forestières</b>									
<b>Feuille de calcul</b>		<b>TF-1d: Émissions sans CO<sub>2</sub> imputables aux feux de végétation</b>									
<b>Feuille</b>		<b>1 de 1</b>									
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 <sup>-1</sup> )	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 <sub>4</sub> imputables aux feux (tonnes CH <sub>4</sub> )	Émissions de CO imputables aux feux (tonnes CO)	Émissions de N <sub>2</sub> O imputables aux feux (tonnes N <sub>2</sub> O)	Émissions de NO <sub>x</sub> imputables aux feux (tonnes NO <sub>x</sub> )	
TF											
		(a)	S	B	C	D <sub>CH<sub>4</sub></sub> D <sub>CO</sub> D <sub>N<sub>2</sub>O</sub> D <sub>NO<sub>x</sub></sub>	CH <sub>4</sub>	CO	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	
		(b)									
		(c)									
		Sous-total									
<b>Total</b>											

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 <sup>-1</sup> )	
A	B	C = A+B	C
$\Delta C_{TF, Croissance}$	$\Delta C_{TF, Pertes}$		$\Delta C_{TF, BV}$

<b>Module</b>		<b>Terres forestières</b>									
<b>Sous-module</b>		<b>Terres converties en terres forestières</b>									
<b>Feuille de calcul</b>		<b>TF-2b: Variation annuelle des stocks de carbone de la matière organique morte (bois mort et litière)<sup>1</sup></b>									
<b>Feuille</b>		<b>1 de 2</b>									
Catégorie d'utilisation des terres <sup>2</sup>	Utilisation des terres pendant l'année de notification	Sous-catégories pour l'année de notification <sup>3</sup>	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 <sup>-1</sup> )	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 <sup>-1</sup> an <sup>-1</sup> )	Transfert annuel de biomasse par le bois mort pour des superficies régénérées naturellement (tonnes m.s. ha <sup>-1</sup> an <sup>-1</sup> )	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 <sup>-1</sup> )	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 <sup>-1</sup> an <sup>-1</sup> )
		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)									
		Sous-total									
P	TF	(a)									
		(b)									
		(c)									
		Sous-total									
ZH, E, AT	TF	(a)									
		(b)									
		(c)									
		Sous-total									
<b>Total</b>											

<sup>1</sup> 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.

<sup>2</sup> 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.

<sup>3</sup> L'utilisation des terres devra être subdivisée par types de forêts ou espèces arborées, système national de classification des terres, ou zones écologiques.

<b>Module</b>		<b>1B – Terres forestières</b>									
<b>Sous-module</b>		<b>Terres converties en terres forestières</b>									
<b>Feuille de calcul</b>		<b>TF-2b: Variation annuelle des stocks de carbone de la matière organique morte (bois mort et litière)</b>									
<b>Feuille</b>		<b>2 de 2</b>									
Catégorie d'utilisation des terres	Utilisation des terres initiale	Sous-catégories pour l'année de notification	Transfert annuel moyen de biomasse par le bois mort pour des superficies forestières régénérées artificiellement (tonnes m. s. ha <sup>-1</sup> an <sup>-1</sup> )	Fraction de carbone de la matière sèche (défaut = 0,5) (tonnes C (tonne m.s.) <sup>-1</sup> )	Variation annuelle des stocks de carbone du bois mort (tonnes C an <sup>-1</sup> ) $L = [A \bullet (D-E) + F \bullet (I-J)] \bullet K$	Variation annuelle moyenne des stocks de carbone de la litière pour des forêts régénérées naturellement (tonnes C ha <sup>-1</sup> an <sup>-1</sup> )	Variation annuelle moyenne des stocks de carbone de la litière régénérées artificiellement (tonnes C ha <sup>-1</sup> an <sup>-1</sup> )	Variation annuelle des stocks de carbone de la litière (tonnes C an <sup>-1</sup> ) $O = (A \bullet M) + (F \bullet N)$	Variation annuelle des stocks de carbone de la matière organique morte (tonnes C an <sup>-1</sup> ) $P = L + O$	TC	TF
		(a)									
		(b)	$B_{\text{mort,RArt}}$	<b>FC</b>	$\Delta C_{\text{TF, BM}}^1$	$\Delta C_{\text{RNat}}$	$\Delta C_{\text{RArt}}$	$\Delta C_{\text{TF, LT}}$	$\Delta C_{\text{TF, MOM}}$		
		(c)									
		Sous-total									
	P	(a)									
		(b)									
		(c)									
		Sous-total									
	ZH, E, AT	(a)									
		(b)									
		(c)									
		Sous-total									
	<b>Total</b>										

<sup>1</sup> 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-2c1: Variation annuelle des stocks de carbone des sols minéraux <sup>1</sup>					
Feuille		I de I					
Catégorie d'utilisation des terres	Sous-catégories pour l'année de notification	Totalité des terres boisées, autrefois terres cultivées ou prairiales (ha)	Stocks de carbone de référence, dans des forêts naturelles non gérées, sur un sol donné, $\text{COS}_{\text{ref}}$ (tonnes C $\text{ha}^{-1}$ )	Carbone organique des sols stable, pour une utilisation des terres antérieure (terres cultivées ou prairiales $\text{COS}_{\text{Terre non-forest}}$ (tonnes C $\text{ha}^{-1}$ )	Durée de la transition de $\text{COS}_{\text{Terre non-forest}}$ à $\text{COS}_{\text{ref}}$ (années)	Variation annuelle des stocks de carbone des sols minéraux (tonnes C $\text{an}^{-1}$ )	
	Utilisation des terres pendant l'année de notification	A	B	C	D	E	
TC	TF						
		$S_{\text{Boisements}}$	$\text{COS}_{\text{ref}}$	$\text{COS}_{\text{Terre non-forest}}$	$T_{\text{Boisement}}$	$\Delta C_{\text{TF, Minéraux}}^2$	
P	Sous-total						
	TF						
	Sous-total						
<b>Total</b>							

<sup>1</sup> Ces *Recommandations du GIEC en matière de bonnes pratiques pour le secteur UTCATF* fournissent des valeurs par défaut seulement pour les terres cultivées et les prairies converties en terres forestières.

<sup>2</sup> Des symboles sont fournis pour montrer la relation entre les feuilles de calcul, les feuilles de calculs de compilation, 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.



<b>Module</b>		<b>Terres forestières</b>		
<b>Sous-module</b>		<b>Terres converties en terres forestières</b>		
<b>Feuille de calcul</b>		<b>TF-2c2: Variation annuelle des stocks de carbone des sols organiques</b>		
<b>Feuille</b>		<b>I de I</b>		
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 <sub>2</sub> par les sols organiques forestiers drainés (tonnes C ha <sup>-1</sup> an <sup>-1</sup> )	Émissions de CO <sub>2</sub> par les sols organiques drainés (tonnes C an <sup>-1</sup> ) C = A • B
	Utilisation des terres initiale	Sous-catégories pour l'année de notification	A	B
TC	TF	(a)		
		(b)		
		(c)		
		Sous-total	<b>S<sub>Drainage</sub></b>	<b>ΔC<sub>TF Organiques</sub><sup>1</sup></b>
P	TF	(a)		
		(b)		
		(c)		
		Sous-total		
ZH, E, AT	TF	(a)		
		(b)		
		(c)		
		Sous-total		
<b>Total</b>				

<sup>1</sup> 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.

<b>Module</b>	<b>Terres forestières</b>		
<b>Sous-module</b>	<b>Terres converties en terres forestières</b>		
<b>Feuille de calcul</b>	<b>TF-2c3: Variation annuelle des stocks de carbone des sols (Feuille de calcul récapitulative)</b>		
<b>Feuille</b>	<b>I de I</b>		
Variation annuelle des stocks de carbone des sols minéraux (tonnes C an <sup>-1</sup> )	A	Émissions de CO <sub>2</sub> par les sols organiques drainés (tonnes C an <sup>-1</sup> )	Variation annuelle des stocks de carbone des sols (tonnes C an <sup>-1</sup> ) C = A+B C
$\Delta C_{TF, \text{Minéraux}}$		$\Delta C_{TF, \text{Organiques}}$	$\Delta C_{TF, \text{Sols}}$

<b>Module</b>		<b>Terres forestières</b>									
<b>Sous-module</b>		<b>Terres converties en terres forestières</b>									
<b>Feuille de calcul</b>		<b>TF-2d: Émissions sans CO<sub>2</sub> imputables aux feux de végétation</b>									
<b>Feuille</b>		<b>1 de 1</b>									
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 <sup>-1</sup> )	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 <sub>4</sub> imputables aux feux (tonnes CH <sub>4</sub> )	Émissions de CO imputables aux feux (tonnes CO)	Émissions de N <sub>2</sub> O imputables aux feux (tonnes N <sub>2</sub> O)	Émissions de NO <sub>x</sub> imputables aux feux (tonnes NO <sub>x</sub> )	
TC	TF	(a)	A	B	C	D	CH <sub>4</sub>	F	G	H	
			A	B	C	D <sub>CH<sub>4</sub></sub>		CO			
						D <sub>CO</sub>			N <sub>2</sub> O		
		(b)				D <sub>N<sub>2</sub>O</sub>				NO <sub>x</sub>	
						D <sub>NO<sub>x</sub></sub>					
P	TF	Sous-total (a)									
		(b)									
		Sous-total									
<b>Total</b>											

Module		Terres cultivées				
Sous-module		Terres cultivées restant terres cultivées				
Feuille de calcul		TC-1a: Variation annuelle des stocks de carbone de la biomasse vivante <sup>1</sup>				
Feuille 1 de 1						
Catégorie d'utilisation des terres <sup>2</sup>	Utilisation des terres pendant l'année de notification <sup>n</sup>	Sous-catégories pour l'année de notification <sup>3</sup>	Superficie annuelle des terres cultivées à biomasse ligneuse vivace (ha)	Taux d'accroissement annuel de la biomasse ligneuse vivace (tonnes C ha <sup>-1</sup> an <sup>-1</sup> )	Pertes annuelles de carbone de la biomasse (défrichage ou récolte) (tonnes C ha <sup>-1</sup> an <sup>-1</sup> )	Variation annuelle des stocks de carbone de la biomasse (tonnes C an <sup>-1</sup> ) D = A • (B-C)
		A	B	C	D	
TC	TC	(a)	A	B	C	D
		(b)	S	A	P	$\Delta C_{CC_{BV}}$
		(c)				
		Sous-total				
Total						

<sup>1</sup> La variation de la biomasse est estimée seulement pour les cultures ligneuses vivaces. Pour les cultures annuelles, l'accroissement des stocks de biomasse pendant une année est supposé être égal aux pertes de biomasse dues aux récoltes et à la mortalité pendant cette même année – il n'y a donc pas d'accumulation nette des stocks de carbone de la biomasse.

<sup>2</sup> TC signifie Terres cultivées. Voir le Chapitre 2 pour des méthodologies de représentation des superficies terrestres.

<sup>3</sup> L'utilisation des terres devra être sub-divisée par type de végétation ligneuse vivace et zone climatique.

<b>Module</b>		<b>Terres cultivées</b>						
<b>Sous-module</b>		<b>Terres cultivées restant terres cultivées</b>						
<b>Feuille de calcul</b>		<b>TC-1c1: Variation annuelle des stocks de carbone des sols minéraux</b>						
<b>Feuille</b>		<b>1 de 2</b>						
Catégorie d'utilisation des terres	Utilisation des terres pendant l'année de notification	Sous-catégories pour l'année de notification	Superficie terrestre de chaque parcelle <sup>1</sup> (ha)	Période d'inventaire, années (valeur par défaut 20 ans)	Stocks de carbone de référence (tonnes C ha <sup>-1</sup> )	Facteur de variation des stocks pour le type d'utilisation des terres ou de changement d'affectation des terres au début de l'année d'inventaire (adimensionnel)	Facteur de variation des stocks pour le régime de gestion au début de l'année d'inventaire (adimensionnel)	Facteur de variation des stocks pour les apports de matière organique au début de l'année d'inventaire (adimensionnel)
	Utilisation des terres initiale							
TC	TC	(a)						
		(b)	S	T	COSREF	F <sub>UT(t0-t)</sub>	F <sub>RG(t0-t)</sub>	F <sub>AO(t0-t)</sub>
		(c)						
		Sous-total						
<b>Total</b>								

<sup>1</sup> Le principal système de cultures du pays devra être couvert.

<b>Module</b>		<b>Terres cultivées</b>						
<b>Sous-module</b>		<b>Terres cultivées restant terres cultivées</b>						
<b>Feuille de calcul</b>		<b>TC-1c1: Variation annuelle des stocks de carbone des sols minéraux</b>						
<b>Feuille</b>		<b>2 de 2</b>						
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 à T années (début de l'année d'inventaire) (tonnes C ha <sup>-1</sup> ) $G = C \bullet D \bullet E \bullet F$	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) H	Facteur de variation des stocks pour le régime de gestion pour l'année d'inventaire courante (adimensionnel) I	Facteur de variation des stocks pour les apports de matière organique pour l'année d'inventaire courante (adimensionnel) J	Stocks de carbone organique des sols pour l'année d'inventaire courante (tonnes C ha <sup>-1</sup> ) $K = C \bullet H \bullet I \bullet J$	Variation annuelle des stocks de carbone des sols minéraux (tonnes C an <sup>-1</sup> ) $L = [(K-G) \bullet A] / B$
	Utilisation des terres initiale							
<b>TC</b>	TC	(a)	G	H	I	J	K	L
		(b)	COS <sub>(t-1)</sub>	F <sub>UT(t)</sub>	F <sub>RG(t)</sub>	F <sub>AO(t)</sub>	COS <sub>0</sub>	ΔC <sub>CC, Minéraux</sub>
		(c)						
		Sous-total						
<b>Total</b>								

<b>Module</b>				<b>Terres cultivées</b>			
<b>Sous-module</b>				<b>Terres cultivées restant terres cultivées</b>			
<b>Feuille de calcul</b>				<b>TC-1c2: Variation annuelle des stocks de carbone des sols organiques</b>			
<b>Feuille 1 de 1</b>							
Catégorie d'utilisation des terres	Utilisation des terres pendant l'année de notification n		Sous-catégories pour l'année de notification	Superficie des sols organiques pour le type de climat c (ha)	Facteur d'émissions pour le type de climat c (tonnes C ha <sup>-1</sup> an <sup>-1</sup> )	Émissions de CO <sub>2</sub> par les sols organiques des terres cultivées (tonnes C an <sup>-1</sup> ) $C = A \bullet B$	
	initiale	notification					
TC	(a)	(b)	A	B	C		
	(a)	(b)	S	FE			$\Delta C_{CC}^{Organiques}$
	(c)	Sous-total					
<b>Total</b>							

<b>Module</b>			<b>Terres cultivées</b>				
<b>Sous-module</b>			<b>Terres cultivées restant terres cultivées</b>				
<b>Feuille de calcul</b>			<b>TC-1c3: Émissions de carbone résultant du chaulage agricole</b>				
<b>Feuille</b>			<b>1 de 1</b>				
Catégorie d'utilisation des terres	Sous-catégories pour l'année de notification		Type de chaux	Quantité totale de chaux appliquée annuellement (tonnes chaux an <sup>-1</sup> )	Facteur d'émissions (teneur en carbone des matériaux de chaulage ) (tonnes C/tonne chaux)	Émissions annuelles de CO <sub>2</sub> dues au chaulage agricole (tonnes C an <sup>-1</sup> )  D = B • C	
	Utilisation des terres pendant l'année de notification	n	A	B	C	D	
TC	TC	(a)	Type	Quantité	FE		$\Delta C_{CC}$ <small>Chaulage</small>
		(b)					
		(c)					
		Sous-total					
<b>Total</b>							



<b>Module</b>	<b>Terres cultivées</b>			
<b>Sous-module</b>	<b>Terres cultivées restant terres cultivées</b>			
<b>Feuille de calcul</b>	<b>TC-1c4: Variation annuelle des stocks de carbone des sols des terres cultivées</b>			
<b>Feuille</b>	<b>1 de 1</b>			
Variation annuelle des stocks de carbone des sols minéraux (tonnes C an <sup>-1</sup> ) A	Émissions de CO <sub>2</sub> par les sols organiques des terres cultivées (tonnes C an <sup>-1</sup> ) B	Émissions de CO <sub>2</sub> résultant du chaulage (tonnes C an <sup>-1</sup> ) C	Variation annuelle des stocks de carbone des sols (tonnes C an <sup>-1</sup> ) C = A-B-C D	
$\Delta C_{cc\_Minéraux}$	$\Delta C_{cc\_Organiques}$	$\Delta C_{cc\_Chaulage}$	$\Delta C_{cc\_Sols}$	

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 initiale	Sous-catégories pour l'année de notification	Superficie annuelle des terres converties en terres cultivées (ha an <sup>-1</sup> )	Stocks de carbone de la biomasse immédiatement après conversion en terres cultivées (tonnes C ha <sup>-1</sup> )	Stocks de carbone de la biomasse immédiatement avant conversion en terres cultivées (tonnes C ha <sup>-1</sup> )	Variation des stocks de carbone par superficie lorsque les terres sont converties en terres cultivées (tonnes C ha <sup>-1</sup> )	Variation des stocks de carbone après un an de croissance des terres cultivées (tonnes C ha <sup>-1</sup> )	Variation annuelle des stocks de carbone de la biomasse vivante des terres converties en terres cultivées (tonnes C an <sup>-1</sup> )
	Utilisation des terres pendant l'année de notification	1	2	A	B	C	D	E
TF	TC	(a)	S <sub>Conversion</sub>	C <sub>Après</sub>	C <sub>Avant</sub>	T <sub>Conversion</sub>	ΔC <sub>Croissance</sub>	ΔC <sub>TC</sub> <sup>3</sup> <sub>BY</sub>
P	TC	(b)						
		(c)						
		Sous-total						
		(a)						
		(b)						
		(c)						
		Sous-total						
ZH, E, AT	TC	(a)						
		(b)						
		(c)						
		Sous-total						
Total								

<sup>1</sup> 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.

<sup>2</sup> L'utilisation des terres devra être sub-divisée par type de végétation ligneuse vivace et zones climatiques.

<sup>3</sup> Des symboles sont fournis pour montrer la relation entre les feuilles de calculs, les feuilles de calculs de compilation, 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.

<b>Module</b>		<b>Terres cultivées</b>						
<b>Sous-module</b>		<b>Terres converties en terres cultivées</b>						
<b>Feuille de calcul</b>		<b>TC-2c1: Variation annuelle des stocks de carbone des sols minéraux</b>						
<b>Feuille 1 de 2</b>								
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 <sup>-1</sup> )	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)
		A	B	C	D	E	F	
TF	TC	(a)						
		(b)	S	T	COS <sub>ref</sub>	F <sub>UT(0-T)</sub>	F <sub>RG(0-T)</sub>	F <sub>A(0-T)</sub>
		(c)						
		Sous-total						
P	TC	(a)						
		(b)						
		(c)						
		Sous-total						
ZH, E, AT	TC	(a)						
		(b)						
		(c)						
		Sous-total						
<b>Total</b>								

<sup>1</sup> 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 <sup>-1</sup> ) $G = C \bullet D \bullet E \bullet F$	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)	H	Facteur de variation des stocks pour le régime de gestion pour l'année d'inventaire courante (adimensionnel)	I	Facteur de variation des stocks pour les apports de matière organique pour l'année d'inventaire courante (adimensionnel)	J	Stocks de carbone organique des sols pour l'année d'inventaire courante (tonnes C ha <sup>-1</sup> ) $K = C \bullet H \bullet I \bullet J$	Variation annuelle des stocks de carbone des sols minéraux (tonnes C an <sup>-1</sup> ) $L = [(K-G) \bullet A] / B$
TF	TC	(a)	G				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									
<b>Total</b>											

<sup>1</sup> 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 c qui sont convertis en terres cultivées (ha)	Facteur d'émissions pour le type de climat c (tonnes C ha <sup>-1</sup> an <sup>-1</sup> )	Émissions de CO <sub>2</sub> par les sols organiques cultivés (tonnes C an <sup>-1</sup> )
Utilisation des terres initiale	Utilisation des terres pendant l'année de notification				C = A • 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			
<b>Total</b>					

<sup>1</sup> 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-2c3: Émissions de carbone résultant du chaulage agricole				
Feuille		I de I				
Catégorie d'utilisation des terres	Utilisation des terres pendant l'année de notification <sup>n</sup>	Sous-catégories pour l'année de notification	Type de chaux	Quantité totale de chaux appliquée annuellement (tonnes chaux an <sup>-1</sup> )	Facteur d'émissions (teneur en carbone des matériaux de chaulage) (tonnes C/tonne chaux)	Émissions annuelles de CO <sub>2</sub> dues au chaulage agricole (tonnes C an <sup>-1</sup> )  D = B • C
TF	TC	(a)	A	B	C	D
		(b)	Type	Quantité	FE	$\Delta C_{TC\_Chaulage}$ <sup>1</sup>
		(c)				
P	TC	Sous-total				
		(a)				
		(b)				
		(c)				
ZH, E, AT	TC	Sous-total				
		(a)				
		(b)				
		(c)				
Total		Sous-total				
<sup>1</sup> 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.						

<b>Module</b>	<b>Terres cultivées</b>			
<b>Sous-module</b>	<b>Terres converties en terres cultivées</b>			
<b>Feuille de calcul</b>	<b>TC-2c4: Variation annuelle des stocks de carbone des terres cultivées</b>			
<b>Feuille</b>	<b>I de I</b>			
Variation annuelle des stocks de carbone des sols minéraux (tonnes C an <sup>-1</sup> ) A	Émissions annuelles de carbone par les sols organiques cultivés (tonnes C an <sup>-1</sup> ) B	Émissions de CO <sub>2</sub> résultant du chaulage (tonnes C an <sup>-1</sup> ) C	Variation annuelle des stocks de carbone des sols (tonnes C an <sup>-1</sup> ) 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 <sub>2</sub> O par les sols minéraux				
Feuille		I de I				
Catégorie d'utilisation des terres	Utilisation des terres pendant l'année de notification <sup>n</sup>	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 <sub>2</sub> 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 <sup>-1</sup> )	Émissions supplémentaires résultant du changement d'affectation des terres (kg N <sub>2</sub> O-N an <sup>-1</sup> )	Émissions de N <sub>2</sub> O à la suite de la perturbation associée à la conversion de terres forestières, prairies ou autres terres en terres cultivées (kg N <sub>2</sub> O-N an <sup>-1</sup> )
			A	B	C	D
TF	TC	(a)				
		(b)	FE <sub>1</sub>	N <sub>net-min</sub>	N <sub>2</sub> O <sub>net-min-N</sub>	Émissions <sub>TC</sub> N <sub>2</sub> O <sup>2</sup>
		(c)				
		Sous-total				
P	TC	(a)				
		(b)				
		(c)				
		Sous-total				
ZH, E, AT	TC	(a)				
		(b)				
		(c)				
		Sous-total				
<b>Total</b>						

<sup>1</sup> 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.

<sup>2</sup> 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.



<b>Module</b>			<b>Prairies</b>				
<b>Sous-module</b>			<b>Prairies restant prairies</b>				
<b>Feuille de calcul</b>			<b>P-1a: Variation annuelle des stocks de carbone de la biomasse vivante<sup>1</sup></b>				
<b>Feuille</b>			<b>1 de 2</b>				
Catégorie d'utilisation des terres <sup>2</sup>	Utilisation des terres pendant l'année de notification	Utilisation des terres pendant l'année de notification	Surface des prairies couvertes de biomasse ligneuse vivace (ha)	Croissance annuelle moyenne de la biomasse ligneuse vivace (tonnes m.s. ha <sup>-1</sup> an <sup>-1</sup> )	Pertes annuelles moyennes de biomasse ligneuse vivace (tonnes m.s. ha <sup>-1</sup> an <sup>-1</sup> )	Variation de la biomasse ligneuse vivace aérienne et souterraine (tonnes m.s. an <sup>-1</sup> )	Surface des prairies couvertes d'herbacées graminées (ha)
P	P	P	A	B	C	D	E
			<b>S<sub>vivace</sub></b>	<b>C<sub>vivace</sub></b>	<b>P<sub>vivace</sub></b>	<b>ΔB<sub>vivace</sub></b>	<b>S<sub>herbacées graminées</sub></b>
<b>Total</b>							

<sup>1</sup> La feuille de calcul est basée sur une méthode de Niveau 2. Le Niveau 1 suppose que les stocks de carbone de la biomasse vivante ne varient pas.

<sup>2</sup> P signifie Prairies. Voir le Chapitre 2 pour des méthodologies de représentation des superficies terrestres.

<sup>3</sup> L'utilisation des terres devra être sub-divisée par type de prairies et zone climatique.

<b>Module</b>		<b>Prairies</b>					
<b>Sous-module</b>		<b>Prairies restant prairies</b>					
<b>Feuille de calcul</b>		<b>P-1a: Variation annuelle des stocks de carbone de la biomasse vivante</b>					
<b>Feuille</b>		<b>2 de 2</b>					
Catégorie d'utilisation des terres	Utilisation des terres pendant l'année de notification	Sous-catégories pour l'année de notification	Croissance annuelle moyenne d'herbacées graminées (tonnes m.s. ha <sup>-1</sup> an <sup>-1</sup> )	Pertes annuelles moyennes d'herbacées graminées (tonnes m.s. ha <sup>-1</sup> an <sup>-1</sup> )	Variation de la biomasse souterraine d'herbacées graminées (tonnes m.s. an <sup>-1</sup> ) H = E • (F-G)	Fraction de carbone de la matière sèche (valeur par défaut 0,5) (tonnes C tonne m.s. <sup>-1</sup> )	Variation des stocks de carbone de la biomasse vivante (tonnes C an <sup>-1</sup> ) J = (D+H) • I
	Utilisation des terres initiale		F	G	H	I	J
P	P	(a)					
		(b)	<b>C</b> <sub>herbacées graminées</sub>	<b>P</b> <sub>herbacées graminées</sub>	<b>ΔB</b> <sub>herbacées graminées</sub>	<b>FC</b>	<b>ΔC</b> <sub>pp_BV</sub>
		(c)					
		Sous-total					
<b>Total</b>							



<b>Module</b>		<b>Prairies</b>							
<b>Sous-module</b>		<b>Prairies restant prairies</b>							
<b>Feuille de calcul</b>		<b>P-1c1: Variation annuelle des stocks de carbone des sols minéraux</b>							
<b>Feuille</b>		<b>2 de 2</b>							
Catégorie d'utilisation des terres	Sous-catégories pour l'année de notification	Stocks de carbone organique des sols à T années (début de l'année d'inventaire)	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	Facteur de variation des stocks pour le régime de gestion pour l'année d'inventaire courante	Facteur de variation des stocks pour l'apport de matières organiques pour l'année d'inventaire courante	Stocks de carbone organique des sols pour l'année d'inventaire courante	Variation annuelle des stocks de carbone des sols minéraux		
	Utilisation des terres pendant l'année de notification	(tonnes C ha <sup>-1</sup> ) $G = C \bullet D \bullet E \bullet F$	(adimensionnel)	(adimensionnel)	(adimensionnel)	(tonnes C ha <sup>-1</sup> ) $K = C \bullet H \bullet I \bullet J$	(tonnes C an <sup>-1</sup> ) $L = [(K-G) \bullet A] / B$		
P	(a)	G	H	I	J	K	L		
		$COS_{(0-T)}$	$F_{UT(0)}$	$F_{RG(0)}$	$F_{A(0)}$	$COS_0$	$\Delta C_{PP,Minéraux}$		
		Sous-total							
<b>Total</b>									

<b>Module</b>		<b>Prairies</b>		
<b>Sous-module</b>		<b>Prairies restant prairies</b>		
<b>Feuille de calcul</b>		<b>P-1c2: Variation annuelle des stocks de carbone des sols organiques cultivés</b>		
<b>Feuille</b>		<b>1 de 1</b>		
Catégorie d'utilisation des terres	Utilisation des terres	Superficie des sols organiques pour le type de climat c (ha)  A	Facteur d'émissions pour le type de climat c (tonnes C ha <sup>-1</sup> an <sup>-1</sup> )  B	Émissions de CO <sub>2</sub> par les sols organiques cultivés (tonnes C an <sup>-1</sup> )  C = A • B  C
	Utilisation des terres pendant l'année de notification			
P	P	(a)		
		(b)	FE	$\Delta C_{\text{P}^{\text{O}}_{\text{Organiques}}}$
		(c)		
		Sous-total		
<b>Total</b>				

<b>Module</b>	<b>Prairies</b>					
<b>Sous-module</b>	<b>Prairies restant prairies</b>					
<b>Feuille de calcul</b>	<b>P-1c3: Émissions annuelles de carbone résultant du chaulage agricole</b>					
<b>Feuille</b>	<b>1 de 1</b>					
Catégorie d'utilisation des terres	Utilisation des terres pendant l'année de notification	Utilisation des terres pendant l'année de notification	Type de chaux	Quantité annuelle totale de chaux appliquée (tonnes chaux an <sup>-1</sup> )	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 <sup>-1</sup> )  D = B • C
	P	P	A	B	C	D
	(a)					
	(b)		Type	Quantité	FE	$\Delta C_{pp, \text{Chaulage}}$
	(c)					
	Sous-total					
<b>Total</b>						

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 <sup>-1</sup> )	Émissions de CO <sub>2</sub> par les sols organiques cultivés (tonnes C an <sup>-1</sup> )	Émissions annuelles de carbone dues au chaulage agricole (tonnes C an <sup>-1</sup> )	Variation annuelle des stocks de carbone des sols (tonnes C an <sup>-1</sup> ) C = A-B-C	
A	B	C	D	
$\Delta C_{PP\_Minéraux}$	$\Delta C_{PP\_Organiques}$	$\Delta C_{PP\_Chaulage}$	$\Delta C_{PP\_Sols}$	

Module		Prairies									
Sous-module		Prairies restant prairies									
Feuille de calcul		P-1d: Émissions sans CO <sub>2</sub> imputables aux feux de végétation									
Feuille 1 de 1											
Catégorie d'utilisation des terres	Sous-catégories pour l'année de notification	Superficie des prairies brûlées (ha)	Biomasse de combustible disponible (kg m.s. ha <sup>-1</sup> )	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 <sub>4</sub> imputables aux feux (tonnes CH <sub>4</sub> ) E = A • B • C • D • 10 <sup>-6</sup>	Émissions de CO imputables aux feux (tonnes CO) F = A • B • C • D • 10 <sup>-6</sup>	Émissions de N <sub>2</sub> O imputables aux feux (tonnes N <sub>2</sub> O) G = A • B • C • D • 10 <sup>-6</sup>	Émissions de NO <sub>x</sub> imputables aux feux (tonnes NO <sub>x</sub> ) H = A • B • C • D • 10 <sup>-6</sup>		
	Utilisation des terres initiale	A	B	C	D	E	F	G	H		
P	(a)	S	B	C	$D_{CH_4}$	$CH_4$	CO	$N_2O$	$NO_x$		
					$D_{CO}$						
					$D_{N_2O}$						
	(b)				$D_{NO_x}$						
	(c)										
	Sous-total										
<b>Total</b>											



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	Superficies des terres converties en prairies à partir d'une utilisation des terres initiale (ha an <sup>-1</sup> )	Stocks de carbone de la biomasse immédiatement après la conversion en prairies (tonnes C ha <sup>-1</sup> )	Stocks de carbone de la biomasse immédiatement avant la conversion en prairies (tonnes C ha <sup>-1</sup> )	Variation des stocks de carbone par superficie pour ce type de conversion (tonnes C ha <sup>-1</sup> ) D = B-C	Variation des stocks de carbone après un an de croissance des prairies après conversion (tonnes C ha <sup>-1</sup> )	Variation annuelle des stocks de carbone de la biomasse vivante (tonnes C an <sup>-1</sup> ) F = A • (D+E)
	Utilisation des terres initiale	A	B	C	D	E	F
TF	P	S <sub>Conversion</sub>	C <sub>Après</sub>	C <sub>Avant</sub>	T <sub>Conversion</sub>	ΔC <sub>Croissance</sub>	ΔC <sub>TF</sub> <sub>BV</sub> <sup>3</sup>
	(a)						
	(b)						
	(c)						
	Sous-total						
TC	P						
	(a)						
	(b)						
	(c)						
	Sous-total						
ZH, E, AT	P						
	(a)						
	(b)						
	(c)						
	Sous-total						
<b>Total</b>							

<sup>1</sup> 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.

<sup>2</sup> L'utilisation des terres devra être sub-divisée par types de prairies et zone climatique.

<sup>3</sup> 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.

<b>Module</b>		<b>Prairies</b>						
<b>Sous-module</b>		<b>Terres converties en prairies</b>						
<b>Feuille de calcul</b>		<b>P-2c1: Variation annuelle des stocks de carbone des sols minéraux</b>						
<b>Feuille</b>		<b>1 de 2</b>						
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 <sup>-1</sup> )	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)	S	T	COS <sub>ref</sub>	F <sub>UT(0-T)</sub>	F <sub>RG(0-T)</sub>	F <sub>AO(0-T)</sub>
		(b)						
		(c)						
		Sous-total						
TC	P	(a)						
		(b)						
		(c)						
		Sous-total						
ZH, E, AT	P	(a)						
		(b)						
		(c)						
		Sous-total						
<b>Total</b>								

<b>Module</b>		<b>Prairies</b>						
<b>Sous-module</b>		<b>Terres converties en prairies</b>						
<b>Feuille de calcul</b>		<b>P-2c1: Variation annuelle des stocks de carbone des sols minéraux</b>						
<b>Feuille</b>		<b>2 de 2</b>						
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 <sup>-1</sup> ) $G = C \bullet D \bullet E \bullet F$	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 <sup>-1</sup> ) $K = C \bullet H \bullet I \bullet J$	Variation annuelle des stocks de carbone des sols minéraux (tonnes C an <sup>-1</sup> ) $L = [(K-G) \bullet A] / B$
	Utilisation des terres initiale		H	I	J	K	L	
TF	P	(a)	G				K	
		(b)	$COS_{(a-T)}$	$F_{RG(0)}$	$F_{A(0)}$	$COS_0$		$\Delta C_{TP, \text{Minéraux}}^1$
		(c)						
		Sous-total						
TC	P	(a)						
		(b)						
		(c)						
		Sous-total						
ZH, E, AT	P	(a)						
		(b)						
		(c)						
		Sous-total						
<b>Total</b>								

<sup>1</sup> 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.

<b>Module</b>		<b>Prairies</b>			
<b>Sous-module</b>		<b>Terres converties en prairies</b>			
<b>Feuille de calcul</b>		<b>P-2c2: Variation annuelle des stocks de carbone des sols organiques cultivés</b>			
<b>Feuille</b>		<b>1 de 1</b>			
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 <i>c</i> (tonnes C ha <sup>-1</sup> an <sup>-1</sup> )	Émissions de CO <sub>2</sub> par les sols organiques des terres cultivées (tonnes C an <sup>-1</sup> )  C = A • B  C	
	Utilisation des terres initiale	Sous-catégories pour l'année de notification	A	B	
TF	P	(a)			
		(b)	S	FE	$\Delta C_{TP, Organiques}^1$
		(c)			
		Sous-total			
TC	P	(a)			
		(b)			
		(c)			
		Sous-total			
ZH, E, AT	P	(a)			
		(b)			
		(c)			
		Sous-total			
<b>Total</b>					

<sup>1</sup> 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.

<b>Module</b>		<b>Prairies</b>			
<b>Sous-module</b>		<b>Terres converties en prairies</b>			
<b>Feuille de calcul</b>		<b>P-2c3: Émissions annuelles de carbone résultant du chaulage agricole</b>			
<b>Feuille 1 de 1</b>					
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 <sup>-1</sup> )	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 <sup>-1</sup> )  D = B • C
	Utilisation des terres initiale				
TF	P	A	B	C	D
	(a)	Type	Quantité	FE	$\Delta C_{TP}^{1}$ Chaulage
	(b)				
	(c)				
	Sous-total				
TC	P				
	(a)				
	(b)				
	(c)				
	Sous-total				
ZH, E, AT	P				
	(a)				
	(b)				
	(c)				
	Sous-total				
Total					

<sup>1</sup> 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.

<b>Module</b>	<b>Prairies</b>			
<b>Sous-module</b>	<b>Terres converties en prairies</b>			
<b>Feuille de calcul</b>	<b>P-2c4: Variation annuelle des stocks de carbone des sols des prairies</b>			
<b>Feuille</b>	<b>1 de 1</b>			
Variation annuelle des stocks de carbone des sols minéraux (tonnes C an <sup>-1</sup> ) A	Émissions de CO <sub>2</sub> par les sols organiques cultivés (tonnes C an <sup>-1</sup> ) B	Émissions annuelles de carbone résultant du chaulage agricole (tonnes C an <sup>-1</sup> ) C	Variation annuelle des stocks de carbone des sols (tonnes C an <sup>-1</sup> ) 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 (Sols organiques gérés à des fins d'extraction de tourbe)					
Feuille de calcul		ZH-1c: Variation annuelle des stocks de carbone des sols <sup>1</sup>					
Feuille		1 de 1					
Catégorie d'utilisation des terres	Sous-catégories pour l'année de notification		Superficie des sols organiques riches en nutriments gérés à des fins d'extraction de tourbe, y compris des zones abandonnées où le drainage se poursuit		Facteur d'émissions pour le CO <sub>2</sub> des sols organiques riches en nutriments gérés à des fins d'extraction de tourbe (tonnes C ha <sup>-1</sup> an <sup>-1</sup> )		
	Utilisation des terres pendant l'année de notification		A	B			
			Superficie des sols organiques riches en nutriments gérés à des fins d'extraction de tourbe, y compris des zones abandonnées où le drainage se poursuit (ha)	Facteur d'émissions pour le CO <sub>2</sub> des sols organiques gérés à des fins d'extraction de tourbe (tonnes C an <sup>-1</sup> )	Superficie des sols organiques pauvres en nutriments gérés à des fins d'extraction de tourbe (tonnes C ha <sup>-1</sup> an <sup>-1</sup> )	Emissions de CO <sub>2</sub> par les sols organiques gérés à des fins d'extraction de tourbe (tonnes C an <sup>-1</sup> )  E = (A • B) + (C • D)	
ZH	ZH	(a)	A	B	C		D
		(b)	$S_{fourberichenuitr}$	$FF_{fourberichenuitr}$	$S_{fourbepauvreenuitr}$	$FF_{fourbepauvreenuitr}$	$\Delta C_{ZZ,tourbe,Sols} = \Delta C_{ZZ,tourbe,Sols,extraction}$
		(c)					
		Sous-total					
<b>Total</b>							

<sup>1</sup> Les émissions de CO<sub>2</sub> imputables aux stocks de tourbe et à la restauration n'étant pas bien comprises, les recommandations sont limitées à une méthode et des données pour l'estimation des variations des stocks de carbone des sols associées à l'extraction de tourbe (essentiellement des émissions résultant de l'oxydation accrue dans les champs de production).





<b>Module</b>			<b>Zones humides</b>			
<b>Sous-module</b>			<b>Zones humides restant zones humides (Terres inondées restant terres inondées)</b>			
<b>Feuille de calcul</b>			<b>ZH-1d2: Émissions de CO<sub>2</sub> par les terres inondées<sup>1</sup></b>			
<b>Feuille</b>			<b>1 de 1</b>			
Catégorie d'utilisation des terres	Utilisation des terres	Sous-catégories pour l'année de notification	Superficie inondée totale, y compris superficie des terres lacs et fleuves inondés (ha)	Période d'inondation (jours par an) <sup>2</sup>	Émissions par diffusion, moyennées quotidiennement (Gg CO <sub>2</sub> ha <sup>-1</sup> jour <sup>-1</sup> )	Émissions totales de CO <sub>2</sub> par les terres inondées (Gg CO <sub>2</sub> an <sup>-1</sup> ) D = A • B • C
	Utilisation des terres initiale					
ZH	ZH	(a)	A	B	C	D
		(b)	$S_{inond}$ , superficie totale	<b>P</b>	$E_{(CO_2)par}$	<b>Émissions<sub>ZZ</sub> inondées CO<sub>2</sub></b>
		(c)				
		Sous-total				
<b>Total</b>						

<sup>1</sup> On suppose par défaut que les émissions de CO<sub>2</sub> seraient limitées à environ 10 ans et qu'il n'est pas nécessaire d'inclure les terres inondées > 10 ans.

<sup>2</sup> En général, 365 jours pour les estimations d'inventaire annuel.

<b>Module</b>		<b>Zones humides</b>					
<b>Sous-module</b>		<b>Zones humides restant zones humides (Terres inondées restant terres inondées)</b>					
<b>Feuille de calcul</b>		<b>ZH-1d3: Émissions de CH<sub>4</sub> par les terres inondées</b>					
<b>Feuille</b>		<b>1 de 1</b>					
Catégorie d'utilisation des terres initiale	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) <sup>1</sup>	Émissions par diffusion moyennées quotidiennement (Gg CH <sub>4</sub> ha <sup>-1</sup> jour <sup>-1</sup> )	Émissions par bulles moyennées quotidiennement (Gg CH <sub>4</sub> ha <sup>-1</sup> jour <sup>-1</sup> )	Émissions de CH <sub>4</sub> totales par les terres inondées (Gg CH <sub>4</sub> an <sup>-1</sup> )
		A	B	C	D	E	
ZH	ZH	(a)	A	B	C	D	E
		(b)	A <sub>inond</sub> , superficie totale	P	E <sub>(CH<sub>4</sub>)diff</sub>	E <sub>(CH<sub>4</sub>)bulles</sub>	Émissions <sub>ZZ</sub> inondées CH <sub>4</sub>
		(c)					
		Sous-total					
<b>Total</b>							

<sup>1</sup> En général, 365 jours pour les estimations d'inventaire annuel.

<b>Module</b>		<b>Zones humides</b>					
<b>Sous-module</b>		<b>Zones humides restant zones humides (Terres inondées restant terres inondées)</b>					
<b>Feuille de calcul</b>		<b>ZH-1d4: Émissions de N<sub>2</sub>O par les terres inondées</b>					
<b>Feuille</b>		<b>1 de 1</b>					
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, lacs et fleuves inondés (ha)	Période d'inondation (jours par an) <sup>1</sup>	Émissions par diffusion, moyennées quotidiennement (Gg N <sub>2</sub> O ha <sup>-1</sup> jour <sup>-1</sup> )	Émissions de N <sub>2</sub> O totales par les terres inondées (Gg N <sub>2</sub> O an <sup>-1</sup> )  D = A • B • C
		(a)	(b)				
ZH	ZH	(a)	(b)	A	B	C	D
		(c)		S <sub>inond</sub> , superficie totale	P	E <sub>(N<sub>2</sub>O)diff</sub>	Émissions <sub>ZH, inondées</sub> N <sub>2</sub> O
		Sous-total					
<b>Total</b>							

<sup>1</sup> En général, 365 jours pour les estimations d'inventaire annuel.

<b>Module</b>		<b>Zones humides</b>					
<b>Sous-module</b>		<b>Terres converties à des fins d'extraction de tourbe</b>					
<b>Feuille de calcul</b>		<b>ZH-2a1: Variation annuelle des stocks de carbone de la biomasse vivante</b>					
<b>Feuille</b>		<b>1 de 1</b>					
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 <sup>-1</sup> )	Biomasse aérienne immédiatement après la conversion à des fins d'extraction de tourbe (tonnes m.s. ha <sup>-1</sup> )	Biomasse aérienne immédiatement avant la conversion à des fins d'extraction de tourbe (tonnes m.s. ha <sup>-1</sup> )	Fraction de carbone de matière sèche (valeur par défaut 0,5) [tonnes C (tonnes m.s.) <sup>-1</sup> ]	Variation annuelle des stocks de carbone de la biomasse vivante des terres converties à des fins d'extraction de tourbe (tonnes C an <sup>-1</sup> )  E = A • (B-C) • D
	Utilisation des terres initiale						
TF	ZH	(a)	A	B	C	D	E
		(b)	S <sub>i</sub>	B <sub>Après</sub>	B <sub>Avant</sub>	FC	$\Delta C_{TZ} \text{ tourbe}_{BY}^1$
		(c)					
		Sous-total					
TC	ZH						
P	ZH						
<b>Total</b>							

<sup>1</sup> 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		Zones humides					
Sous-module		Terres converties à des fins d'extraction de tourbe					
Feuille de calcul		ZH-2c: Variation annuelle des stocks de carbone des sols <sup>1</sup>					
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 sols organiques riches en nutriments convertis à des fins d'extraction de tourbe (ha)	Facteur d'émissions pour la variation des stocks de carbone des sols organiques riches en nutriments, convertis à des fins d'extraction de tourbe (tonnes C ha <sup>-1</sup> an <sup>-1</sup> )	Superficie des sols organiques pauvres en nutriments, convertis à des fins d'extraction de tourbe (ha)	Facteur d'émissions pour la variation des stocks de carbone des sols organiques pauvres en nutriments, convertis à des fins d'extraction de tourbe (tonnes C ha <sup>-1</sup> an <sup>-1</sup> )	Variation annuelle des stocks de carbone des sols résultant du drainage des sols organiques convertis à des fins d'extraction de tourbe (tonnes C an <sup>-1</sup> )
		A	B	C	D	E	
TF	ZH	(a)	$S_{richesnutr}$	$FF_{richesnutr}$	$S_{pauvresnutr}$	$FF_{pauvresnutr}$	$\Delta C_{TZ,tourbe_{Sols}}^2 = \Delta C_{drainage}$
		(b)					
		(c)					
		Sous-total					
TC	ZH						
P	ZH						
<b>Total</b>							

<sup>1</sup> Dans le cas des terres converties à des fins d'extraction de tourbe, seul l'effet du drainage des tourbières est pris en compte.

<sup>2</sup> 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.

<b>Module</b>		<b>Zones humides</b>					
<b>Sous-module</b>		<b>Terres converties en terres inondées (Réservoirs)</b>					
<b>Feuille de calcul</b>		<b>ZH-2a2: Variation annuelle des stocks de carbone de la biomasse vivante<sup>1</sup></b>					
<b>Feuille 1 de 1</b>							
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 en terres inondées à partir de l'utilisation des terres i (ha an <sup>-1</sup> )	Biomasse vivante immédiatement après la conversion en terres inondées (valeur par défaut 0) (tonnes m.s. ha <sup>-1</sup> )	Biomasse vivante immédiatement avant la conversion en terres inondées (tonnes m.s. ha <sup>-1</sup> )	Fraction de carbone de matière sèche (valeur par défaut 0,5) [tonnes C (tonnes m.s.) <sup>-1</sup> ]	Variation annuelle des stocks de carbone de la biomasse vivante des terres converties en terres inondées (tonnes C an <sup>-1</sup> ) E = A • (B-C) • D
	Utilisation des terres initiale						
TF	ZH	(a)	A	B	C	D	E
		(b)	S <sub>i</sub>	B <sub>Après</sub>	B <sub>Avant</sub>	FC	$\Delta C_{TZ, \text{inondées}_{BY}}^2$
		(c)					
		Sous-total					
TC	ZH						
P	ZH						
<b>Total</b>							

<sup>1</sup> Seules les variations des stocks de carbone de la biomasse aérienne vivante dues à la conversion en terres inondées sont prises en compte, en supposant la perte des stocks de carbone présents avant la conversion pendant la première année après la conversion (Niveau 1).

<sup>2</sup> 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		Établissements				
Sous-module		Établissements restant établis				
Feuille de calcul		E-1a: Variation annuelle des stocks de carbone de la biomasse vivante <sup>1</sup>				
Feuille		1 de 1				
Catégorie d'utilisation des terres	Sous-catégories pour l'année de notification	Superficie totale du couvert (ha)	Taux de croissance du couvert sur la base de la superficie [tonnes C (ha couvert) <sup>-1</sup> an <sup>-1</sup> ]	Accroissement annuel de la biomasse (tonnes C an <sup>-1</sup> ) $C = A \bullet B$	Pertes annuelles de biomasse <sup>2</sup> (tonnes C an <sup>-1</sup> )	Changes in carbon stocks in living biomass (tonnes C yr <sup>-1</sup> ) $E = C - D$
	Utilisation des terres pendant l'année de notification	A	B	C	D	E
E	(a)					
	(b)	$S_{\text{couvert}}$	<b>COUVERT</b>	$\Delta B_{\text{EF},A}$	$\Delta B_{\text{EF},P}$	$\Delta C_{\text{SS},L,B}$
	(c)					
	Sous-total					
<b>Total</b>						

<sup>1</sup> On dispose de deux options pour une estimation de Niveau 1 des variations des stocks de carbone de la biomasse vivante : a) méthode par superficie du couvert, et b) méthode du taux de croissance arborée. Cette feuille de calcul est basée sur la méthode par superficie du couvert.

<sup>2</sup> Variation des stocks de carbone : pertes de biomasse paramétrée sur zéro si l'âge moyen de la population arborée est inférieur ou égal à 20 ans ; sinon, on suppose que la variation des stocks de carbone de l'accroissement de la biomasse est égal aux pertes.



Module			Établissements				
Sous-module			Terres converties en établissements (Terres forestières converties en établissements)				
Feuille de calcul			E-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 des terres converties annuellement de terres forestières en établissements (ha an <sup>-1</sup> )	Stocks de carbone de la biomasse vivante immédiatement après la conversion en établissements (tonnes C ha <sup>-1</sup> )	Stocks de carbone de la biomasse vivante immédiatement avant la conversion en établissements (tonnes C ha <sup>-1</sup> )	Variation annuelle des stocks de carbone de la biomasse vivante due à la conversion de terres forestières en établissements (tonnes C an <sup>-1</sup> ) D = A • (B-C)
	initiale						
TF	E		(a)				
			(b)	<b>S</b>	<b>C<sub>Après</sub></b>	<b>C<sub>Avant</sub></b>	$\Delta C_{FBV}$ <sup>1</sup>
			(c)				
			Sous-total				
<b>Total</b>							

<sup>1</sup> L'indice inférieur FE signifie « terres forestières converties en établissements ».

<b>Module</b>		<b>Autres terres</b>						
<b>Sous-module</b>		<b>Terres converties en autres terres</b>						
<b>Feuille de calcul</b>		<b>AT-2a: Variation annuelle de biomasse vivante</b>						
<b>Feuille 1 de 1</b>		<b>1 de 1</b>						
Catégorie d'utilisation des terres	Sous-catégories pour l'année de notification	Superficie des terres converties annuellement en « Autres terres » à partir d'une utilisation des terres initiale pour l'année de notification (ha an <sup>-1</sup> )	Quantité de biomasse vivante immédiatement après la conversion en « Autres terres » (tonnes m.s. ha <sup>-1</sup> )	Quantité de biomasse vivante immédiatement avant la conversion en « Autres terres » (tonnes m.s. ha <sup>-1</sup> )	Fraction de carbone de la matière sèche (valeur par défaut 0,5) [tonnes C (tonnes m.s.) <sup>-1</sup> ]	Variation annuelle des stocks de carbone de la biomasse vivante des terres converties en « Autres terres » (tonnes C an <sup>-1</sup> )		
	Utilisation des terres pendant l'année de notification	A	B	C	D	E		
TF,TC,P,Z	AT	A	B	C	D	E		
H	(a)	$S_{Conversion}$	$B_{Après}$	$B_{Avant}$	FC	$\Delta C_{TA_{BY}}^1$		
	(b)							
	(c)							
	Sous-total							
<b>Total</b>								

<sup>1</sup> 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.

<b>Module</b>		<b>Autres terres</b>						
<b>Sous-module</b>		<b>Terres converties en autres terres</b>						
<b>Feuille de calcul</b>		<b>AT-2c1: Variation annuelle des stocks de carbone des sols minéraux</b>						
<b>Feuille</b>		<b>I de 2</b>						
Catégorie d'utilisation des terres	Utilisation des terres pendant l'année de notification	Sous-catégories pour l'année de notification	Stocks de carbone de référence (voir Tableau 3.3.3)  (tonnes C ha <sup>-1</sup> )	Facteur de variation des stocks pour le type d'utilisation des terres ou de changement d'affectation des terres, pour l'année d'inventaire (voir Tableau 3.3.4)  (adimensionnel)	Facteur de variation des stocks pour le régime de gestion, pour l'année d'inventaire (voir Tableau 3.3.4)  (adimensionnel)	Facteur de variation des stocks pour les apports de matières organiques, pour l'année d'inventaire (voir Tableau 3.3.4)  (adimensionnel)	Stocks de carbone organique des sols pour l'année d'inventaire  (tonnes C ha <sup>-1</sup> )  E = A • B • C • D	
	Utilisation des terres initiale		A	B	C	D	E	
FL,CL,GL, WL	OL	(a)						
		(b)	<b>COS<sub>Ref</sub></b>	<b>F<sub>UT(t)</sub></b>	<b>F<sub>RG(t)</sub></b>	<b>F<sub>A(t)</sub></b>	<b>COS<sub>0</sub></b>	
		(c)						
		Sous-total						
<b>Total</b>								

<b>Autres terres</b>							
<b>Sous-module</b>							
<b>Terres converties en autres terres</b>							
<b>AT-2c1: Variation annuelle des stocks de carbone des sols minéraux</b>							
<b>Feuille</b>							
<b>2 de 2</b>							
Catégorie d'utilisation des terres	Utilisation des terres pendant l'année de notification	Échelle temporelle pour la conversion, (défaut = 20 ans) (années)	Superficie des terres converties en « Autres terres » (ha)	Stocks de carbone de référence, (voir Tableau 3.3.3) (tonnes C ha <sup>-1</sup> )	Facteur de variation des stocks pour le régime de gestion T l'année d'inventaire (voir Tableau 3.3.4) (adimensionnel)	Facteur de variation des stocks pour le type d'utilisation des terres ou de changement d'affectation des terres T années avant l'année d'inventaire (voir Tableau 3.3.4) (adimensionnel)	Variation annuelle des stocks de carbone des sols minéraux (tonnes C an <sup>-1</sup> ) $M = [(E-L) \bullet G] / F$
terres initiale	Sous-catégories pour l'année de notification	F	G	H (= A)	I	J	K
							L
TF, TC, P, ZH	AT		S	<b>COS<sub>Ref</sub></b>	<b>F<sub>LU(0-T)</sub></b>	<b>F<sub>RC(0-T)</sub></b>	<b>COS<sub>(0-T)</sub></b>
	(a)	T					
	(b)						
	(c)						
	Sous-total						
<b>Total</b>							<b><math>\Delta C_{TA, Minéraux}^1</math></b>

<sup>1</sup> 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*<sup>1</sup>

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 :

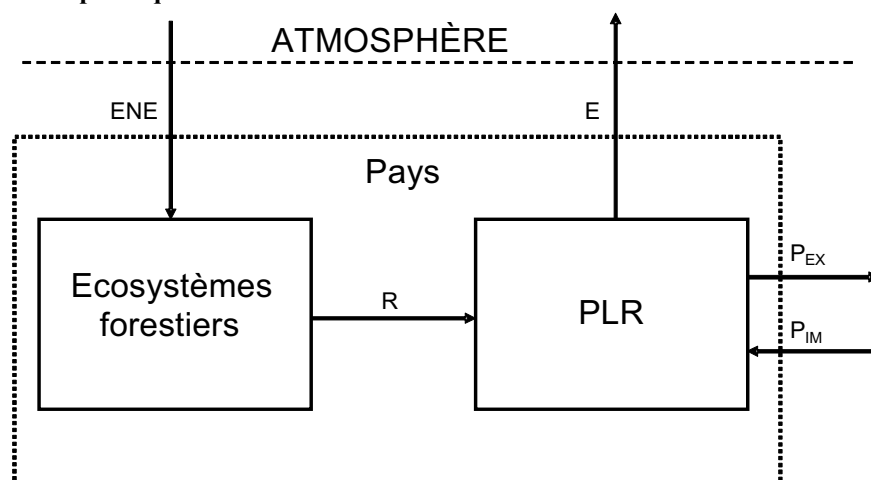
- Les sources de carbone des produits ligneux ne sont pas spatialement spécifiques – c'est-à-dire que le carbone des produits provient d'un certain nombre de zones terrestres, y compris de forêts étrangères, mais le carbone finit dans le pays présentant l'inventaire.
- Les estimations des variations 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.

<sup>1</sup> 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 CO<sub>2</sub>/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 atmosphériques<sup>2</sup>.**



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<sub>EX</sub> = exportations de PLR y compris bois rond, déchets ligneux et produits raffinés
- P<sub>IM</sub> = 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 :

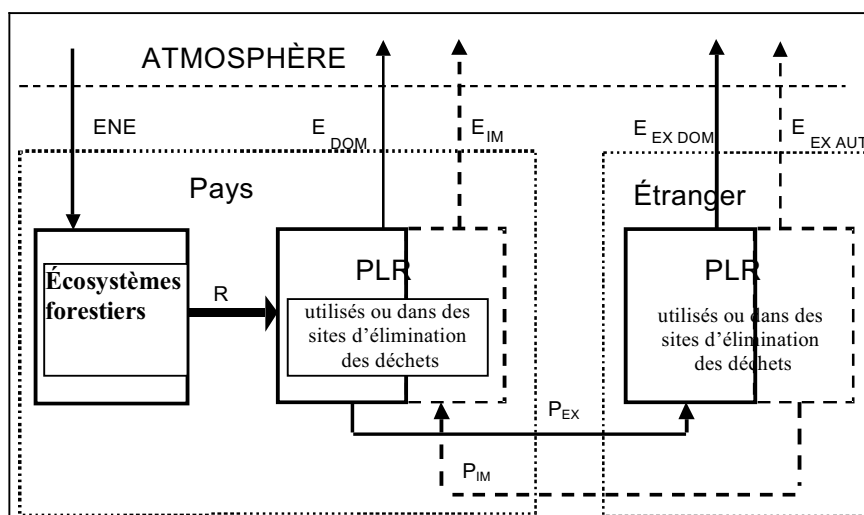
- Les estimations des variations des stocks seront basées sur ce qui arrive au carbone des produits ligneux provenant d'une zone terrestre – cela peut inclure l'exportation des produits et leur élimination dans d'autres pays. Des données sur les utilisations et l'élimination devront être fournies par 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.

<sup>2</sup> 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 CO<sub>2</sub>/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<sub>DOM</sub> = émissions dans le pays par des PLR composés de bois récoltés dans les forêts domestiques
- E<sub>EX DOM</sub> = 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<sub>IM</sub> = émissions dans le pays par des PLR importés
- E<sub>EX AUT</sub> = émissions dans d'autres pays par des PLR composés de bois récoltés dans d'autres pays
- P<sub>EX</sub> = exportations de PLR, y compris bois rond, déchets ligneux et produits raffinés
- P<sub>IM</sub> = 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.

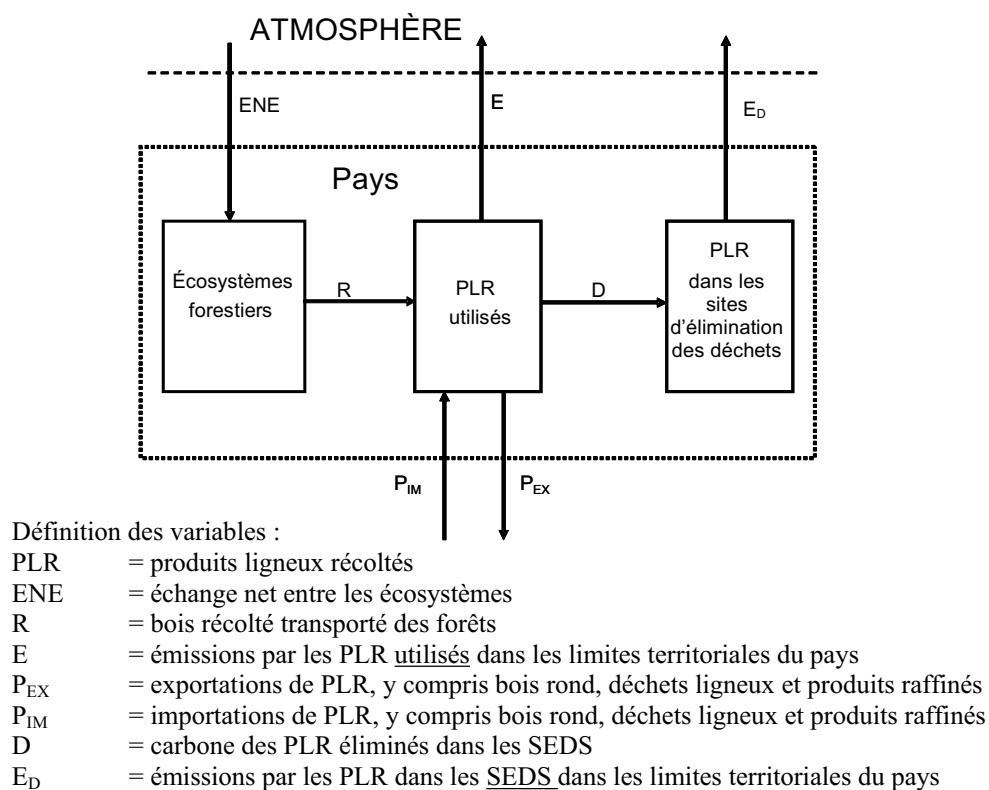
**Méthode 3** : Estimation des flux atmosphériques annuels entre l'atmosphère et les forêts/PLR dans les limites territoriales nationales. Ceci signifie que :

- 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 CO<sub>2</sub>/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 sujet<sup>3</sup>.

### **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*<sup>4</sup>). Les

<sup>3</sup> 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*).

<sup>4</sup> *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 PLR<sup>5</sup>. 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

<b>ÉQUATION 3a.1.1</b>	
<b>VARIATION ANNUELLE DU CARBONE DES PLR UTILISÉS ET ÉMISSIONS DE CO<sub>2</sub> ASSOCIÉES</b>	
(1A) $\Delta C_{\text{PLR U}_{\text{MVS}}} = P_A - P_P$	
émissions/absorptions <sub>MVS</sub> CO <sub>2</sub> = $\Delta C_{\text{PLR U}_{\text{MVS}}} \bullet 10^{-3} \bullet 44/12 \bullet (-1)$	(Méthode des variations des stocks)
(1B) $\Delta C_{\text{PLR U}_{\text{MP}}} = PR_A - PR_P$	
émissions/absorptions <sub>MP</sub> CO <sub>2</sub> = $\Delta C_{\text{PLR U}_{\text{MP}}} \bullet 10^{-3} \bullet 44/12 \bullet (-1)$	(Méthode de production)
(1C) $E = -\Delta C_{\text{PLR U}_{\text{MVS}}} + R - P_{\text{EX}} + P_{\text{IM}} - D$	
émissions/absorptions <sub>MFA</sub> CO <sub>2</sub> = $E \bullet 10^{-3} \bullet 44/12$	(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 <sup>-1</sup> et converties en Gg CO <sub>2</sub> pour la notification par multiplication par 10 <sup>-3</sup> • 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 :

$\Delta C_{\text{PLR U}_{\text{MVS}}}$  = variation annuelle du carbone stocké dans les PLR utilisés dans le pays, tonnes C an<sup>-1</sup>

$\Delta C_{\text{PLR U}_{\text{MP}}}$  = 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<sup>-1</sup>)

E = flux de carbone provenant des PLR vers l'atmosphère dans les limites territoriales du pays présentant l'inventaire, tonnes C an<sup>-1</sup>

<sup>5</sup> 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<sup>-1</sup>

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<sup>-1</sup>

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<sub>A</sub> = 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<sup>-1</sup>

Voir Tableau 3a.1.1 pour des informations sur les données pour ces valeurs, tonnes C an<sup>-1</sup>

P<sub>P</sub> = 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<sup>-1</sup>

PR<sub>A</sub> = 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<sup>-1</sup>

Voir Tableau 3a.1.1 pour des informations sur les données et le calcul de PR<sub>A</sub>, tonnes C an<sup>-1</sup>

PR<sub>P</sub> = 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<sup>-1</sup>

P<sub>EX</sub> = exportations de produits en bois et en papier, y compris bois rond, copeaux, résidus, pâte à papier et papier récupéré (recyclé), tonnes C an<sup>-1</sup>

P<sub>IM</sub> = importations de produits en bois et en papier, y compris bois rond, copeaux, résidus, pâte à papier et papier récupéré (recyclé), tonnes C an<sup>-1</sup>.

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<sub>P</sub> ou PR<sub>P</sub>, pour l'année en cours directement.

En commençant, par exemple, à j = année 1900, calculer l'équation suivante récursivement<sup>6</sup> 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<sup>-1</sup>

$\Delta C_{PLR U_{MP}}$  = 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<sup>-1</sup>

P<sub>A</sub> = 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<sup>-1</sup>

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<sub>R</sub> = 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)

<sup>6</sup> 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).

<b>TABLEAU 3a.1.1</b>			
<b>DONNEES DE LA FAO ET FACTEURS POUR L'ESTIMATION DE P<sub>A</sub> AND PR<sub>A</sub> POUR L'EQUATION 3a.1.1 DE NIVEAU 2</b>			
Données sur les produits, provenant de la FAO (Les données sur les produits en bois massif sont en m <sup>3</sup> ; 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 <sup>3</sup> ou Gg de produit)	Échelle temporelle des données	Variables de l'équation (voir notes de bas de page)
<b>Données sur la récolte de bois rond</b>			
Récolte de bois rond (Conifères)	0,45 (Gg/ m <sup>3</sup> )	1961-2000	R
Récolte de bois rond (Non-Conifères)	0,56 (Gg/ m <sup>3</sup> )		
<b>Données sur les produits en bois massif</b>			
Bois de sciage (Conifères)	0,45 (Gg/ m <sup>3</sup> )	1961-2000	P <sub>DP</sub> (bois massif) P <sub>IM</sub> (bois massif) P <sub>EX</sub> (bois massif)
Bois de sciage (Non Conifères)	0,56 (Gg/ m <sup>3</sup> )		
Feuilles de placage	0,59 (Gg/ m <sup>3</sup> )		
Contreplaqué	0,48 (Gg/ m <sup>3</sup> )	1961-1994	
Panneau de particules (agglomérées)	0,26 (Gg/ m <sup>3</sup> )	1995-2000	
Panneau de fibres comprimées	1,02 (Gg/ m <sup>3</sup> )		
Panneau dur	1,02 (Gg/ m <sup>3</sup> )		
MDF	0,50 (Gg/ m <sup>3</sup> )		
<b>Données sur la pâte à papier, le papier et le carton</b>			
Papier et carton	0,9 (Gg/ Gg)	1961-2000	P <sub>DP</sub> (papier) P <sub>IM</sub> (papier) P <sub>EX</sub> (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)
<b>Données sur le bois rond industriel</b>			
Bois rond industriel (Conifères)	0,49 Gg/ m <sup>3</sup> )	1961-2000	BRI
Bois rond industriel (Non-Conifères)	0,56 Gg/ m <sup>3</sup> )		
Bois rond industriel (Conifères)	0,49 Gg/ m <sup>3</sup> )	1990-2000	IM (BRI)
Bois rond industriel (Non-Conifères)	0,56 Gg/ m <sup>3</sup> )		EX (BRI)
Sources: Pour les données de la FAO voir : <a href="http://apps.fao.org/page/collections?subset=forestry">http://apps.fao.org/page/collections?subset=forestry</a>			
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<sub>A</sub> and PR<sub>A</sub> pour l'Équation 3a.1.1 avec les données de la FAO.</p> <p>P<sub>A</sub> (bois massif) est la somme de la production de produits en bois massif; P<sub>A</sub> (papier) est la somme de la production des produits en papier.</p> <p>P<sub>A</sub> (bois massif) = P<sub>DP</sub> (bois massif) + P<sub>IM</sub> (bois massif) – P<sub>EX</sub> (bois massif)</p> <p>P<sub>A</sub> (papier) = [P<sub>DP</sub> (papier) + P<sub>IM</sub> (papier) – P<sub>EX</sub> (papier)] ● PB<sub>rapport</sub></p> <p>Où PB<sub>rapport</sub> est la fraction de toute la pâte qui est de la pâte de bois (exclut toutes les autres pâtes de fibre).</p> <p>PB<sub>rapport</sub> = [(PB + IM (PB) – EX (PB)) / ((PB + IM (PB) – EX (PB)) + (APF + IM (APF) – EX (APF)))]</p> <p>PR<sub>A</sub> (bois massif) = P<sub>A</sub> (bois massif) ● BRI / (BRI + IM (BRI) – EX (BRI))</p> <p>PR<sub>A</sub> (papier) = [(P<sub>A</sub> (papier) + EX (PB) – IM (PB)) ● PB<sub>rapport</sub> + EX (RP) – IM (RP) + EX (RFP) – IM (RFP)] ● BRI / (BRI + IM (BRI) – EX (BRI))</p> <p>Convertir les tonnes de produits secs PA 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 CO<sub>2</sub> ASSOCIEES**

(2A)  $\Delta C_{PLR D_{MVS}} = D_{AP} + D_{AD} - D_P$   
émissions/absorptions<sub>MVS</sub> CO<sub>2</sub> =  $\Delta C_{PLR D_{MVS}} \bullet 10^{-3} \bullet 44/12 \bullet (-1)$  (Méthode des variations des stocks)

(2B)  $\Delta C_{PLR D_{MP}} = DR_{AP} + DR_{AD} - DR_P$   
émissions/absorptions<sub>MP</sub> CO<sub>2</sub> =  $\Delta C_{PLR D_{MP}} \bullet 10^{-3} \bullet 44/12 \bullet (-1)$  (Méthode de production)

(2C)  $\Delta C_{PLR D_{MFA}} = D_{AP} + D_{AD} - \Delta C_{PLR D_{MVS}} = D_P$   
émissions/absorptions<sub>MFA</sub> CO<sub>2</sub> =  $\Delta C_{PLR D_{MFA}} \bullet 10^{-3} \bullet 44/12$  (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 :

$\Delta C_{PLR D_{MVS}}$  = variation annuelle du carbone stocké dans les PLR dans les SEDS dans le pays, tonnes C an<sup>-1</sup>

$\Delta C_{PLR D_{MP}}$  = 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<sup>-1</sup>

$\Delta C_{PLR D_{MFA}}$  = émissions de carbone par les PLR dans les SEDS, tonnes C an<sup>-1</sup>

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)<sup>7</sup>, tonnes C an<sup>-1</sup>

$D_{AD}$  = augmentation du carbone des PLR dans les SEDS, pour l'année en cours, qui se décomposent avec le temps (noter que  $D_{AP} + D_{AD} = D$  au Niveau 2a), tonnes C an<sup>-1</sup>

$D_P$  = 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<sup>-1</sup>

$DR_{AD}$  = 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<sup>-1</sup>

$DR_P$  = 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<sup>-1</sup>

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.

<sup>7</sup> 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<sub>F</sub> 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<sup>-1</sup>

$\Delta C_{\text{PLR D}_{\text{MVS}}}$  = variation annuelle du carbone des PLR dans les SEDS, tonnes C an<sup>-1</sup>

$S_{\text{BATIMENTS}}$  = surface au sol des bâtiments, m<sup>2</sup>

$f_{\text{C BATIMENTS}}$  = carbone des PLR dans les bâtiments par unité de surface au sol, tonnes C m<sup>-2</sup>

$V_{\text{PLR SEDS}}$  = volume des déchets de PLR dans les sites d'élimination, m<sup>3</sup>

$f_{\text{C SEDS}}$  = carbone des PLR dans les SEDS par unité de volume de SEDS, tonnes C m<sup>-3</sup>

### 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 1961<sup>8</sup> (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.

<sup>8</sup> 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  $\pm 50$  pour cent.

**TABEAU 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)

<b>Bois rond industriel</b>	<b>Population</b>	<b>Bois rond industriel</b>	<b>Population</b>
<b>Production</b>		<b>Production par habitant</b>	
<b>(1950-1961)</b>	<b>(1950-1961)</b>	<b>(1950-1975)</b>	<b>(1900-1950)</b>
(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)

<b>Pays/ région</b>	<b>Référence</b>	<b>Catégorie de PLR</b>	<b>Demi-vie d’utilisation (années)</b>	<b>Fraction perdue chaque année (<math>f_{Dj}</math>) (<math>\ln(2) /</math> Demi-vie en années)</b>
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.				

<b>TABLEAU 3A.1.4</b> 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			
<b>Description du paramètre</b>	<b>Paramètre</b>	<b>Valeurs</b>	<b>Plage d'incertitude</b>
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) $fR_R$ (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 $fR_R$ selon le volume et la destination des exportations
Fraction des produits en papier mis au rebut chaque année	$F_R$ (papier) $fR_R$ (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 $fR_R$ 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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> sont significatifs, et des méthodes d'estimation des variations des émissions/absorptions de CO<sub>2</sub> 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 N<sub>2</sub>O 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 N<sub>2</sub>O peu importants (Regina *et al.*, 1996). L'effet du drainage sur les émissions de N<sub>2</sub>O 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 N<sub>2</sub>O 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 N<sub>2</sub>O présentées ici sont axées sur les terres forestières qui ne sont pas couvertes dans les *Lignes directrices du GIEC*. Les émissions de N<sub>2</sub>O 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 N<sub>2</sub>O qui redescendront jusqu'au niveau initial, qui est de l'ordre de zéro.

Le CH<sub>4</sub> 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 CH<sub>4</sub> (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 CH<sub>4</sub>, en raison du très petit nombre de données, bien que l'ampleur des effets, en termes d'équivalent CO<sub>2</sub>, puisse être importante lorsque des zones à fortes émissions de CH<sub>4</sub> font l'objet d'un drainage intensif. Cependant, l'effet du drainage sur le CH<sub>4</sub> peut être faible dans les cas suivants : a) lorsqu'il y a de faibles émissions naturelles de CH<sub>4</sub>, b) lorsque la nappe phréatique reste peu profonde, ou c) lorsque des absorptions de CH<sub>4</sub> par les surfaces drainées sont compensées par des émissions de CH<sub>4</sub> par les tranchées de drainage. Le présent appendice utilise une valeur par défaut de zéro pour les émissions de CH<sub>4</sub> après drainage (Laine *et al.*, 1996 ; Roulet et Moore, 1995).

Les émissions de CH<sub>4</sub> 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 CH<sub>4</sub> due à la ré-humidification des sols organiques boisés se situe dans une fourchette de 0 à 60 kg de CH<sub>4</sub> ha<sup>-1</sup> an<sup>-1</sup> pour les climats tempérés et boréaux, et entre 280 à 1260 kg de CH<sub>4</sub> ha<sup>-1</sup> an<sup>-1</sup> pour les climats tropicaux (Bartlett et Harriss, 1993). Il semblerait que les émissions de CH<sub>4</sub> 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 CH<sub>4</sub> 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 N<sub>2</sub>O, en tenant compte de la disponibilité des données. Les émissions de N<sub>2</sub>O 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 N<sub>2</sub>O par les sols organiques forestiers drainés est représentée dans l'Équation 3a.2.1. On estime que les émissions de N<sub>2</sub>O 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 N<sub>2</sub>O 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 <sub>2</sub> 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 <sub>2</sub> O-N ha <sup>-1</sup> an <sup>-1</sup>
$\text{FE}_{\text{FF}_{\text{drainage, minéraux}}}$	= facteur d'émissions pour les sols minéraux forestiers drainés, kg N <sub>2</sub> O-N ha <sup>-1</sup> an <sup>-1</sup>
$ijk$	= 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 N<sub>2</sub>O 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 N<sub>2</sub>O. En raison de la variabilité spatiale et temporelle et de l'incertitude des émissions de N<sub>2</sub>O, ce niveau est plus adapté pour un pays dans lequel les émissions directes de N<sub>2</sub>O 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 N<sub>2</sub>O 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 N<sub>2</sub>O reviennent à leur niveau naturel, proche de zéro.

<b>Zone climatique et type de sol</b>	<b>Facteur d'émissions</b> $FE_{FF, drainage}^{FF}$ <b>kg N<sub>2</sub>O-N ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup></b>	<b>Plage d'incertitude *</b> <b>kg N<sub>2</sub>O-N ha<sup>-1</sup> an<sup>-1</sup></b>	<b>Référence/ Observations</b>
<b>Tempérée et Boréale</b>			
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
<b>Climat tropical</b>	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 N<sub>2</sub>O 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 N<sub>2</sub>O 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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> 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 CH<sub>4</sub> et N<sub>2</sub>O (qui peuvent être aussi importantes que les émissions de CO<sub>2</sub>) 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 CO<sub>2</sub> dans les zones humides s'appuie sur deux éléments fondamentaux, comme indiqué dans l'Équation 3a.3.1.

<p><b>ÉQUATION 3a.3.1</b></p> <p><b>ÉMISSIONS DE CO<sub>2</sub> PAR LES ZONES HUMIDES RESTANT ZONES HUMIDES</b></p> <p>Émissions<sub>ZZ</sub> CO<sub>2</sub> = émissions<sub>ZZ</sub> tourbe CO<sub>2</sub> + émissions<sub>ZZ</sub> inondées CO<sub>2</sub></p>
--

- Où :
- émissions<sub>ZZ</sub> CO<sub>2</sub> = émissions de CO<sub>2</sub> par les zones humides restant zones humides, Gg CO<sub>2</sub> an<sup>-1</sup>
  - émissions<sub>ZZ</sub> tourbe CO<sub>2</sub> = émissions de CO<sub>2</sub> par les sols organiques gérés à des fins d'extraction de tourbe (Section 3a.3.1), Gg CO<sub>2</sub> an<sup>-1</sup>
  - émissions<sub>ZZ</sub> inondées CO<sub>2</sub> = émissions de CO<sub>2</sub> par les terres inondées (Section 3a.3.2), Gg CO<sub>2</sub> an<sup>-1</sup>

L'estimation des émissions de N<sub>2</sub>O s'appuie sur les mêmes éléments fondamentaux que précédemment, comme indiqué dans l'Équation 3a.3.2.

<p><b>ÉQUATION 3a.3.2</b></p> <p><b>ÉMISSIONS DE N<sub>2</sub>O PAR LES ZONES HUMIDES RESTANT ZONES HUMIDES</b></p> <p>émissions<sub>ZZ</sub> N<sub>2</sub>O = émissions<sub>ZZ</sub> tourbe N<sub>2</sub>O + émissions<sub>ZZ</sub> inondées N<sub>2</sub>O</p>
--

- Où :
- émissions<sub>ZZ</sub> N<sub>2</sub>O = émissions de N<sub>2</sub>O par les zones humides restant zones humides, Gg N<sub>2</sub>O an<sup>-1</sup>
  - émissions<sub>ZZ</sub> tourbe N<sub>2</sub>O = émissions de N<sub>2</sub>O par les sols organiques gérés à des fins d'extraction de tourbe (Section 3a.3.2), Gg N<sub>2</sub>O an<sup>-1</sup>
  - émissions<sub>ZZ</sub> inondées N<sub>2</sub>O = émissions de N<sub>2</sub>O par les terres inondées (Section 3a.3.3), Gg N<sub>2</sub>O an<sup>-1</sup>

Actuellement, une méthodologie par défaut pour CH<sub>4</sub> peut être proposée uniquement pour les terres inondées (Équation 3a.3.3):

<p><b>ÉQUATION 3a.3.3</b></p> <p><b>ÉMISSIONS DE METHANE PAR LES ZONES HUMIDES RESTANT ZONES HUMIDES</b></p> <p>émissions<sub>ZZ</sub> CH<sub>4</sub> = émissions<sub>ZZ</sub> inondées CH<sub>4</sub></p>
--

- Où :
- émissions<sub>ZZ</sub> CH<sub>4</sub> = émissions de CH<sub>4</sub> par les zones humides restant zones humides, Gg CH<sub>4</sub> an<sup>-1</sup>
  - émissions<sub>ZZ</sub> inondées CH<sub>4</sub> = émissions de CH<sub>4</sub> par les terres inondées (Section 3a.3.3), Gg CH<sub>4</sub> an<sup>-1</sup>

### 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 CO<sub>2</sub> et N<sub>2</sub>O.

<b>TABLEAU 3a.3.1</b>			
<b>RESUME DES NIVEAUX POUR LES SOLS ORGANIQUES GERES A DES FINS D'EXTRACTION DE TOURBE</b>			
	<b>Niveau 1</b>	<b>Niveau 2</b>	<b>Niveau 3</b>
<b>Variation de la biomasse vivante</b> ( $\Delta C_{ZZ\text{tourbe}_{BV}}$ )	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).
<b>Variation des matières organiques des sols</b> ( $\Delta C_{ZZ\text{tourbe}_{MOS}}$ )	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.
<b>N<sub>2</sub>O</b>	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.
<b>CH<sub>4</sub></b>	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 CO<sub>2</sub> PAR LES SOLS ORGANIQUES GERES A DES FINS D'EXTRACTION DE TOURBE

L'estimation des émissions de CO<sub>2</sub> 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><b>ÉQUATION 3a.3.4</b></p> <p><b>ÉMISSIONS DE CO<sub>2</sub> PAR LES TERRES GERES A DES FINS D'EXTRACTION DE TOURBE</b></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 CO<sub>2</sub> par les terres gérées à des fins d'extraction de tourbe, Gg CO<sub>2</sub> an<sup>-1</sup>

$\Delta C_{ZZ\text{tourbe}_{BV}}$  = variation des stocks de carbone de la biomasse vivante, tonnes C an<sup>-1</sup>

$\Delta C_{ZZ\text{tourbe}_{Sols}}$  = variation des stocks de carbone des sols, tonnes C an<sup>-1</sup>

Les variations des stocks de carbone sont converties en émissions de CO<sub>2</sub> (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 CO<sub>2</sub> par les sols se produisent à divers stades du processus d'extraction de la tourbe, comme indiqué à l'Équation 3a.3.5.

<p><b>ÉQUATION 3a.3.5</b></p> <p><b>VARIATION DU CARBONE DES SOLS DES TERRES GERÉES A DES FINS D'EXTRACTION DE TOURBE</b></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<sup>-1</sup>

$\Delta C_{ZZ\text{tourbe Sols, drainage}}$  = variation du carbone des sols pendant le drainage, tonnes C an<sup>-1</sup>

$\Delta C_{ZZ\text{tourbe Sols, extraction}}$  = variation du carbone des sols pendant l'extraction de la tourbe, tonnes C an<sup>-1</sup>

$\Delta C_{ZZ\text{tourbe Sols, stockage}}$  = variation du carbone des sols pendant le stockage avant le transfert pour combustion, tonnes C an<sup>-1</sup>

$\Delta C_{ZZ\text{tourbe Sols, restauration}}$  = variation annuelle des stocks de carbone des sols résultant des mesures prises pour la restauration d'anciennes terres cultivées, tonnes C an<sup>-1</sup>

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 CO<sub>2</sub> 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><b>ÉQUATION 3a.3.6</b></p> <p><b>ÉMISSIONS DE CO<sub>2</sub> PAR LES SOLS ORGANIQUES GERÉS A DES FINS D'EXTRACTION DE TOURBE</b></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 CO<sub>2</sub> par les sols organiques gérés à des fins d'extraction de tourbe, exprimées en carbone, tonnes C an<sup>-1</sup>

$S_{\text{tourbe richesN}}$  = 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 CO<sub>2</sub> des sols organiques riches en nutriments gérés à des fins d'extraction de tourbe, tonnes C ha<sup>-1</sup> an<sup>-1</sup>

$FE_{\text{tourbe}_{\text{pauvreN}}}$  = facteurs d'émissions pour le CO<sub>2</sub> des sols organiques pauvres en nutriments, gérés à des fins d'extraction de tourbe, tonnes C ha<sup>-1</sup> an<sup>-1</sup>

**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 CO<sub>2</sub>, 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 CH<sub>4</sub>.

### 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  $FE_{\text{tourbe}}$ . 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 CO<sub>2</sub> 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 <sup>-1</sup> an <sup>-1</sup>	Incertitude <sup>a</sup> tonnes C ha <sup>-1</sup> an <sup>-1</sup>	Référence/Observation <sup>b</sup>
<b>Boréale et tempérée</b>			
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
<b>Tropicale</b>			
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.
<sup>a</sup> Plage de données sous-jacentes			
<sup>b</sup> 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 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup> ou 0,016 million de t/km<sup>2</sup>.

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 <sup>a</sup>	Pourcentage dans les tropiques <sup>b</sup>	Référence
<b>Europe</b>	<b>95695</b>	<b>(56-65% des zones humides drainées pour l'agriculture et la foresterie)</b>			<b>0</b>	<b>1, 9</b>
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
<b>TABLEAU 3a.3.3 (SUITE)</b>						
<b>ESTIMATIONS DES SUPERFICIES ET UTILISATIONS DES TOURBIERES POUR LE NIVEAU 1 EN 1000 HECTARES</b>						
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 <sup>a</sup>	Pourcentage dans les tropiques <sup>b</sup>	Référence
<b>Asie</b>	<b>24446</b>	<b>(27% des zones humides drainées pour l'agriculture et la foresterie, en augmentation)</b>				<b>4b, 9</b>
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
<b>Afrique</b>	<b>5840</b>	<b>(2% des zones humides drainées pour l'agriculture et la foresterie)</b>				<b>4a, 11</b>
Afrique du Sud	950				100	4a
Guinée	525				100	4a
Nigeria	700				100	4a
Ouganda	1420				100	4a
Zambie	1106				100	4a
<b>Amérique du Nord</b>	<b>173500</b>	<b>(56-65% des zones humides drainées pour l'agriculture et la foresterie)</b>				<b>4c, 9</b>
Canada <sup>c</sup>	111328	25	100	16	0	7
États-Unis (Alaska) S de 49°N:	49400 10240				0 2,5	8
<b>Amérique centrale et du</b>	<b>11222</b>	<b>(6% des zones humides drainées pour l'agriculture et la foresterie)</b>				<b>4c, 9</b>
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 ( <a href="http://www.wetlands.org">http://www.wetlands.org</a> ), 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)						
<sup>a</sup> Extraction de la tourbe à des fins de combustion : <a href="http://www.worldenergy.org/wec-geis/publications/reports/ser/peat/peat.asp">http://www.worldenergy.org/wec-geis/publications/reports/ser/peat/peat.asp</a>						
<sup>b</sup> 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.

<sup>c</sup> On estime que la superficie totale affectée par la construction de réservoirs hydroélectriques est supérieure à 9000 km<sup>2</sup>.

### 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 CO<sub>2</sub>, la méthode d'estimation de la variation des stocks pour surveiller les flux de CO<sub>2</sub> peut être imprécise. Si on l'utilise, elle doit être calibrée par des mesures des flux appropriées.

## 3a.3.2.2 ÉMISSIONS DE N<sub>2</sub>O PAR LES TOURBIÈRES DRAINÉES

### 3a.3.2.2.1 Questions méthodologiques

La méthode d'estimation des émissions de N<sub>2</sub>O par les tourbières drainées est indiquée dans l'équation ci-dessous.

$$\begin{array}{c} \text{ÉQUATION 3a.3.7} \\ \text{ÉMISSIONS DE N}_2\text{O PAR LES ZONES HUMIDES DRAINÉES} \\ \text{Émissions}_{ZZ \text{ tourbe}} \text{ directes de N}_2\text{O} = (S_{\text{tourbe}_{\text{richesN}}} \bullet FE_{\text{tourbe}_{\text{richesN}}} + S_{\text{tourbe}_{\text{pauvresN}}} \bullet FE_{\text{tourbe}_{\text{pauvresN}}}) \\ \bullet 44/28 \bullet 10^{-6} \end{array}$$

Où : Émissions<sub>ZZ tourbe</sub> N<sub>2</sub>O = émissions de N<sub>2</sub>O, Gg N<sub>2</sub>O an<sup>-1</sup>

S<sub>tourbe<sub>richesN</sub></sub> = superficie des sols organiques riches en nutriments drainés, ha

S<sub>tourbe<sub>pauvresN</sub></sub> = superficie des sols organiques pauvres en nutriments drainés, ha

FE<sub>tourbe<sub>richesN</sub></sub> = facteur d'émissions pour les sols organiques des zones humides riches en nutriments drainées, kg N<sub>2</sub>O-N ha<sup>-1</sup> an<sup>-1</sup>

FE<sub>tourbe<sub>pauvresN</sub></sub> = facteur d'émissions pour les sols organiques pauvres en nutriments drainés, kg N<sub>2</sub>O-N ha<sup>-1</sup> an<sup>-1</sup>

### Choix de la méthode

**Niveau 1 :** Au Niveau 1, la méthode d'estimation des émissions de N<sub>2</sub>O 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 CO<sub>2</sub> 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 <sub>2</sub> tourbe kg N <sub>2</sub> O-N ha <sup>-1</sup> an <sup>-1</sup>	Plage d'incertitude* kg N <sub>2</sub> O-N ha <sup>-1</sup> an <sup>-1</sup>	Référence/Observations
<b>Climat boréal et tempéré</b>			
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	
<b>Climat tropical</b>	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 N<sub>2</sub>O 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 CO<sub>2</sub> et de N<sub>2</sub>O 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<sub>2ZZ</sub> 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  $\geq 50$  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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> ultérieures sont dues au transfert de matériaux sur les terres inondées (S. Houel, 2002 ; Hélie, 2003). Si tel est le cas, les émissions de CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> et N<sub>2</sub>O 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 CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> et N<sub>2</sub>O 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 CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> et N<sub>2</sub>O (émissions par diffusion) ;
- Bulles de CH<sub>4</sub> 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'eau<sup>1</sup>.

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 CO<sub>2</sub> et CH<sub>4</sub> 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

<sup>1</sup> 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 CO<sub>2</sub> et CH<sub>4</sub> par les réservoirs. Dans les régions boréales et tempérées, le CO<sub>2</sub> et CH<sub>4</sub> 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 CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> et N<sub>2</sub>O.

### 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 CO<sub>2</sub>

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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> est indiquée dans l'Équation 3a.3.8:

$$\begin{aligned} & \text{ÉQUATION 3a.3.8} \\ & \text{ÉMISSIONS DE CO}_2 \text{ PAR LES TERRES INONDEES (NIVEAU 1)} \\ & \text{Émissions}_{\text{ZZ inondées}} \text{ CO}_2 = P \bullet E(\text{CO}_2)_{\text{diff}} \bullet S_{\text{inondées, surface totale}} \end{aligned}$$

Où :  $\text{Émissions}_{\text{ZZ inondées}} \text{ CO}_2$  = émissions de CO<sub>2</sub> totales par les terres inondées, Gg CO<sub>2</sub> an<sup>-1</sup>

P = période, jours (en général 365 pour les estimations d'inventaires)

$E(\text{CO}_2)_{\text{diff}}$  = émissions par diffusion moyennées quotidiennement, Gg CO<sub>2</sub> ha<sup>-1</sup> jour<sup>-1</sup>

$S_{\text{inondées, surface totale}}$  = superficie inondée totale, y compris la superficie des terres, des lacs et des fleuves inondés, ha

La méthode d'estimation pour le CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> ne sont pas significatives. On suppose par défaut que les émissions de CO<sub>2</sub> seront limitées à environ dix ans après l'inondation.

Les émissions de CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> après l'inondation. Des recommandations sur des méthodes de Niveau 2 figurent ci-après.

#### Émissions de CH<sub>4</sub>

La méthode de Niveau 1 pour l'estimation des émissions de CH<sub>4</sub> par les terres inondées inclut les émissions par diffusion et par bulles (Équation 3a.3.9):

$$\begin{aligned} & \text{ÉQUATION 3a.3.9} \\ & \text{ÉMISSIONS DE CH}_4 \text{ PAR LES TERRES INONDEES (NIVEAU 1)} \\ & \text{Émissions}_{\text{ZZ INONDEES}} \text{ CH}_4 = P \bullet \\ & E(\text{CH}_4)_{\text{diff}} \bullet S_{\text{inondées, surface totale}} + P \bullet E(\text{CH}_4)_{\text{bulles}} \bullet S_{\text{inondées, surface totale}} \end{aligned}$$

Où :  $\text{Émissions}_{\text{ZZ inondées}} \text{ CH}_4$  = émissions de CH<sub>4</sub> totales par les terres inondées, Gg CH<sub>4</sub> an<sup>-1</sup>

P = période, jours (en général 365 pour les estimations d'inventaires)

$E(\text{CH}_4)_{\text{diff}}$  = émissions par diffusion moyennées quotidiennement, Gg CH<sub>4</sub> ha<sup>-1</sup> jour<sup>-1</sup>

$E(\text{CH}_4)_{\text{bulles}}$  = émissions par bulles moyennées, Gg CH<sub>4</sub> ha<sup>-1</sup> jour<sup>-1</sup>

$S_{\text{inondées, surface totale}}$  = superficie inondée totale, y compris la superficie des terres, lacs et des fleuves inondés, ha

### Émissions de N<sub>2</sub>O

La méthode de Niveau 1 pour l'estimation des émissions de N<sub>2</sub>O par les terres inondées inclut seulement les émissions par diffusion. Les émissions par bulles de N<sub>2</sub>O ne sont pas significatives (Équation 3a.3.10) :

**ÉQUATION 3a.3.10**  
**ÉMISSIONS DE N<sub>2</sub>O 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 N<sub>2</sub>O totales par les terres inondées, Gg N<sub>2</sub>O an<sup>-1</sup>

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 N<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> jour<sup>-1</sup>

$S_{\text{inondées, surface totale}}$  = superficie inondée totale, y compris la superficie des terres, des lacs et des fleuves inondés, ha

### Niveau 2

#### Émissions de CO<sub>2</sub>

Au Niveau 2, on peut estimer les émissions de CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> PAR LES TERRES INONDEES (NIVEAU 2)**  

$$\text{Émissions}_{\text{ZZ inondées CO}_2} = (P_{\text{sc}} \bullet E_f(\text{CO}_2)_{\text{diff}} \bullet S_{\text{inondées, terre}}) + (P_{\text{ac}} \bullet E_{\text{ac}}(\text{CO}_2)_{\text{diff}} \bullet S_{\text{inondées, terre}}) + (([\text{CO}_2]_{\text{diss}} - [\text{CO}_2]_{\text{équ}}) \bullet \text{Débit de sortie} \bullet 10^{-6}) + (([\text{CO}_2]_{\text{déversoir}} - [\text{CO}_2]_{\text{équ}}) \bullet \text{Déversoir} \bullet 10^{-6})$$

Où :  $\text{Émissions}_{\text{ZZ inondées CO}_2}$  = émissions de CO<sub>2</sub> totales par les terres inondées, Gg CO<sub>2</sub> an<sup>-1</sup>

$P_{\text{sc}}$  = période sans couverture de glace, jours

$P_{\text{ac}}$  = 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 CO<sub>2</sub> ha<sup>-1</sup> jour<sup>-1</sup>

$E_{\text{ac}}(\text{CO}_2)_i$  = émissions par diffusion liées à la période avec couverture de glace, Gg CO<sub>2</sub> ha<sup>-1</sup> jour<sup>-1</sup>

$S_{\text{inondées, terre}}$  = superficie des terres inondées, ha

$[\text{CO}_2]_{\text{diss}}$  = concentrations de CO<sub>2</sub> moyennées en amont des turbines (profondeur d'admission d'eau), kg l<sup>-1</sup>

$[\text{CO}_2]_{\text{équ}}$  = concentrations de CO<sub>2</sub> moyennées des gaz dissous en aval du barrage ou à l'équilibre avec l'atmosphère, kg l<sup>-1</sup>

$[\text{CO}_2]_{\text{déversoir}}$  = concentrations of CO<sub>2</sub> moyennées en amont du déversoir (profondeur d'admission d'eau), kg l<sup>-1</sup>

Débit de sortie = débit de sortie annuel moyenné en litres aux turbines, par réservoir hydroélectrique, l an<sup>-1</sup>

Déversoir = débit de sortie annuel moyenné en litres au déversoir, par réservoir hydroélectrique, l an<sup>-1</sup>

**Émissions de CH<sub>4</sub>**

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 CH<sub>4</sub> 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<sub>ZZ inondées</sub> CH<sub>4</sub> = émissions de CH<sub>4</sub> totales par les terres inondées par an, Gg CH<sub>4</sub> an<sup>-1</sup>

P<sub>sc</sub> = période sans couverture de glace, jours

P<sub>ac</sub> = période avec couverture de glace, jours

E(CH<sub>4</sub>)<sub>diff</sub> = émissions par diffusion moyennées quotidiennement résultant de l'interface air-eau, Gg CH<sub>4</sub> ha<sup>-1</sup> jour<sup>-1</sup>

E(CH<sub>4</sub>)<sub>bulles</sub> = émissions par bulles moyennées résultant de l'interface air-eau, Gg CH<sub>4</sub> ha<sup>-1</sup> jour<sup>-1</sup>

S<sub>inondées, terre</sub> = superficie des terres inondées, ha

[CH<sub>4</sub>]<sub>diss</sub> = concentrations de CH<sub>4</sub> moyennées en amont des turbines (profondeur d'admission d'eau), kg l<sup>-1</sup>

[CH<sub>4</sub>]<sub>équ</sub> = concentrations de CH<sub>4</sub> moyennées des gaz dissous en aval du barrage ou à l'équilibre avec l'atmosphère, kg l<sup>-1</sup>

[CH<sub>4</sub>]<sub>déversoir</sub> = concentrations de CH<sub>4</sub> moyennées en amont du déversoir (profondeur d'admission d'eau), kg l<sup>-1</sup>

Débit de sortie = débit de sortie annuel moyenné en litres aux turbines, par réservoir hydroélectrique, l an<sup>-1</sup>

Déversoir = débit de sortie annuel moyenné en litres au déversoir, par réservoir hydroélectrique, l an<sup>-1</sup>

**Émissions de N<sub>2</sub>O**

La méthode de Niveau 2 pour l'estimation des émissions de N<sub>2</sub>O 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 CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> et N<sub>2</sub>O par diffusion, et un facteur pour les émissions CH<sub>4</sub> 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 CH<sub>4</sub> 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 <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> 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.

<b>TABEAU 3a.3.6</b>		
<b>DONNEES PAR DEFAUT SUR LA SUPERFICIE DES RESERVOIRS</b>		
<b>Pays</b>	<b>CIGB</b>	<b>Données spécifiques au pays</b>
	<b>Superficie (Mha)</b>	<b>Superficie (Mha)</b>
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 CH<sub>4</sub> 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 CH<sub>4</sub> 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 CO<sub>2</sub> et de CH<sub>4</sub> en amont et en aval des barrages**

Aux Niveaux 2 et 3, les concentrations de CH<sub>4</sub> 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 CH<sub>4</sub> et par un facteur de 5 pour CO<sub>2</sub> et N<sub>2</sub>O (Tableau 3a.3.4). Par ailleurs, des émissions de CH<sub>4</sub> 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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> 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 :  $\Delta C_{EE}$  = variations des stocks de carbone des établissements restant établissements, tonnes C an<sup>-1</sup>  
 $\Delta C_{EE_{BV}}$  = variations des stocks de carbone de la biomasse vivante des établissements restant établissements, tonnes C an<sup>-1</sup>

#### 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 CO<sub>2</sub> 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<sup>-1</sup>. A 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 CO<sub>2</sub> 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

$\Delta C_{EE_C}$  = variations des stocks de carbone dues à la croissance de la biomasse vivante des établissements restant établissements, tonnes C an-1

$\Delta C_{EE_P}$  = 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 :

$\Delta B_{EE_C}$  = croissance annuelle de la biomasse des établissements restant établissements, tonnes C an-1

$S_{\text{COUVERT}}$  = superficie totale du couvert forestier, ha

$CVT$  = taux de croissance basé sur la superficie du couvert, tonnes C (ha de couvert forestier)<sup>-1</sup> an<sup>-1</sup>

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.4.1.1.1.2) pour obtenir  $\Delta B_{EE_C}$ .

**Étape 3 :** Utiliser l'estimation de  $\Delta B_{EE_C}$  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 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 :

$\Delta B_{EE_C}$  = croissance annuelle de la biomasse des établissements restant établissements, tonnes C an<sup>-1</sup>

$NA_i$  = 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<sup>-1</sup> arbre #<sup>-1</sup>

Grandes catégories d'espèces	Accumulation annuelle par défaut par arbre (tonnes C an <sup>-1</sup> )
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  $\Delta B_{EE_C}$  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 ( $\Delta B_{EE_p}$ ) 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)<sup>-1</sup>

an<sup>-1</sup>. 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)<sup>-1</sup> an<sup>-1</sup> (Nowak, 2002).

Au Niveau 1b, le facteur d'absorptions est  $C_{\text{Taux}_i}$  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  $\Delta B_{\text{EE}_p}$  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 :  $S_{\text{COUVERT}}$ , 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 ( $S_{\text{COUVERT}}$ ) 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  $\pm 50$  pour cent de la moyenne. Les valeurs par défaut fournies pour les facteurs d'absorptions au Niveau 1b ont une incertitude générale de  $\pm 30$  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  $\text{an}^{-1}$ ) ainsi que les émissions/absorptions de  $\text{CO}_2$  ( $\text{Gg CO}_2 \text{an}^{-1}$ ) 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  $\text{CO}_2$  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  $\text{CO}_2$  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., Borcken 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 N<sub>2</sub>O, NO/NO<sub>2</sub> and CH<sub>4</sub> 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 N<sub>2</sub>O 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.

- Izaurre 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 N<sub>2</sub>O 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 CO<sub>2</sub> 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 N<sub>2</sub>O budget. Proceedings of International workshop on reducing N<sub>2</sub>O emission from agroecosystems*. Banff, Canada, mars 1999.
- 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. N<sub>2</sub>O 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 N<sub>2</sub>O 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 N<sub>2</sub>O 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 N<sub>2</sub>O 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 CO<sub>2</sub>, 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<sub>x</sub> 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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>O 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<sup>e</sup> 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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>O 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 CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>O 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 CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, and N<sub>2</sub>O 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 N<sub>2</sub>O budget : Proceedings of International workshop on reducing N<sub>2</sub>O 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 CH<sub>4</sub> and CO<sub>2</sub> 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), CH<sub>4</sub> and CO<sub>2</sub> 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 CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, and N<sub>2</sub>O 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.