

CHAPITRE 4

TERRES FORESTIERES

Auteurs

Harald Aalde (Norvège), Patrick Gonzalez (États-Unis), Michael Gytarsky (Fédération de Russie), Thelma Krug (Brésil), Werner A. Kurz (Canada), Stephen Ogle (États-Unis), John Raison (Australie), Dieter Schoene (FAO), et N.H. Ravindranath (Inde)

Nagmeldin G. Elhassan (Soudan), Linda S. Heath (États-Unis), Niro Higuchi (Brésil), Samuel Kainja (Malawi), Mitsuo Matsumoto (Japon), María José Sanz Sánchez (Espagne), et Zoltan Somogyi (Commission européenne/Hongrie)

Auteurs contributeurs

Jim B. Carle (FAO) et Indu K. Murthy (Inde)

Table des matières

4	Terres forestières	4.7
4	Terres forestières	4.7
4.1	Introduction	4.7
4.2	Terres forestières restant terres forestières 12	
4.2.1	Biomasse	4.12
4.2.1.1	Choix de la méthode	4.12
4.2.1.2	Choix des facteurs d'émission	4.16
4.2.1.3	Choix des données sur les activités	4.18
4.2.1.4	Étapes de calcul de niveau 1	4.20
4.2.1.5	Évaluation des incertitudes	4.22
4.2.2	Matière organique morte	4.23
4.2.2.1	Choix de la méthode	4.24
4.2.2.2	Choix des facteurs d'émissions/absorptions	4.24
4.2.2.3	Choix des données sur les activités	4.25
4.2.2.4	Étapes de calcul de niveau 1	4.26
4.2.2.5	Évaluation des incertitudes	4.26
4.2.3	Carbone des sols	4.26
4.2.3.1	Choix de la méthode	4.27
4.2.3.2	Choix des facteurs d'émissions et de variations des stocks	4.29
4.2.3.3	Choix des données sur les activités	4.30
4.2.3.4	Étapes de calcul de niveau 1	4.31
4.2.3.5	Évaluation des incertitudes	4.31
4.2.4	Émissions de gaz à effet de serre sans CO ₂ dues au brûlage de biomasse	4.32
4.2.4.1	Choix de la méthode	4.32
4.2.4.2	Choix des facteurs d'émission	4.33
4.2.4.3	Choix des données sur les activités	4.33
4.2.4.4	Évaluation des incertitudes	4.33
4.3	Terres converties en terres forestières	4.34
4.3.1	Biomasse	4.35
4.3.1.1	Choix de la méthode	4.35
4.3.1.2	Choix des facteurs d'émission	4.37
4.3.1.3	Choix des données sur les activités	4.38
4.3.1.4	Étapes de calcul de niveau 1	4.40
4.3.1.5	Évaluation des incertitudes	4.42
4.3.2	Matière organique morte	4.43
4.3.2.1	Choix de la méthode	4.43

4.3.2.2	Choix des facteurs d'émission/absorption.....	4.44
4.3.2.3	Choix des données sur les activités	4.44
4.3.2.4	Étapes de calcul de niveau 1.....	4.45
4.3.2.5	Évaluation des incertitudes.....	4.45
4.3.3	Carbone des sols.....	4.45
4.3.3.1	Choix de la méthode.....	4.46
4.3.3.2	Choix des facteurs d'émissions et de variations des stocks.....	4.47
4.3.3.3	Choix des données sur les activités	4.48
4.3.3.4	Étapes de calcul de niveau 1.....	4.49
4.3.3.5	Évaluation des incertitudes.....	4.49
4.3.4	Émissions de gaz à effet de serre sans CO ₂ dues au brûlage de biomasse.....	4.50
4.4	Exhaustivité, séries temporelles, AQ/CQ, établissement de rapports et Documentation	4.50
4.4.1	Exhaustivité.....	4.50
4.4.2	Développement d'une série temporelle cohérente.....	4.50
4.4.3	Assurance de la qualité et contrôle de la qualité	4.51
4.4.4	Établissement de rapports et documentation	4.52
4.5	Tableaux.....	4.54
Annexe 4A1	Glossaire des terres forestières.....	4.72
Références	4.79

Figures

Figure 4.1	Zones écologiques mondiales, en fonction des schémas climatiques et végétaux observés (FAO, 2001).....	4.10
Figure 4.2	Couverture forestière et terrestre mondiale, 1995.....	4.11

Tableaux

Table 4.1	Domaines climatiques (FAO, 2001), régions climatiques (chapitre 3) et zones écologiques (FAO, 2001)	4.54
Table 4.2	Classes de forêts et couverture terrestre	4.55
Table 4.3	Fraction de carbone de la biomasse aérienne des forêts	4.56
Table 4.4	Taux de biomasse souterraine par rapport à la biomasse aérienne	4.57
Table 4.5	Facteurs d'expansion et de conversion de la biomasse par défaut (FECB)	4.58
Table 4.6	Facteurs d'émissions pour les sols organiques drainés des forêts gérées	4.61
Table 4.7	Biomasse aérienne des forêts.....	4.61
Table 4.8	Biomasse aérienne des plantations de forêts.....	4.62
Table 4.9	Croissance nette de la biomasse aérienne des forêts naturelles	4.65
Table 4.10	Croissance nette de la biomasse aérienne des plantations de forêts tropicales et subtropicales.....	4.67
Table 4.11a	Croissance nette du volume aérien d'espèces choisies de plantations de forêts	4.69
Table 4.11b	Accroissement annuel moyen (croissance du volume commercialisable) pour certaines espèces de plantations de forêts.....	4.70
Table 4.12	Estimation des valeurs de la biomasse au niveau 1 tirées des tableaux 4.7–4.11 (excepté tableau 4.11B).....	4.71
Table 4.13	Densité ligneuse de base (D) des espèces d'arbres tropicales	4.72
Table 4.14	Densité ligneuse de base (D) de taxons d'arbres tempérés et boréaux choisis	4.79

Encadrés

Encadré 4.1 Niveau de précision	4.8
Encadré 4.2 Facteurs d'expansion et de conversion de la biomasse permettant d'évaluer la biomasse et le carbone des forêts	4.15
Encadré 4.3 Exemples de <i>bonnes pratiques</i> pour des approches à l'identification des <i>terres converties en terres forestières</i>	4.40

4 TERRES FORESTIÈRES

4.1 INTRODUCTION

Le présent chapitre propose des méthodes d'estimation des émissions et absorptions de gaz à effet de serre associées aux variations de la biomasse, de la matière organique morte et du carbone organique des sols des terres forestières et des *terres converties en terres forestières*. Il est conforme aux *Lignes directrices du GIEC pour les inventaires nationaux des gaz à effet de serre – Version 1996 (Lignes directrices GIEC 1996)* et aux *Recommandations en matière de bonnes pratiques pour l'utilisation des terres, les changements d'affectation des terres et la foresterie (GPG-LULUCF)*. Le chapitre :

- étudie les cinq pools de carbone identifiés au chapitre 1 ainsi que les transferts de carbone entre différents pools dans la même superficie de terres ;
- inclut les variations des stocks de carbone de forêts gérées imputables aux activités humaines comme l'établissement et la récolte de plantations, l'abattage commercial, la collecte de bois de chauffage et autres pratiques d'exploitation, en plus des pertes naturelles causées par le feu, les tempêtes, les insectes, les maladies et autres perturbations ;
- fournit des méthodes et des valeurs par défaut simples (niveau 1) et souligne les approches de méthodes de niveau plus élevé d'estimation des variations des stocks de carbone ;
- fournit des méthodes d'estimation des émissions de gaz à effet de serre sans CO₂ imputables au brûlage de biomasse (les autres émissions sans CO₂ telles que les émissions de N₂O des sols sont couvertes au chapitre 11) ;
- doit être utilisé en conjonction avec la description générique des méthodes et les équations du chapitre 2, et les approches permettant d'obtenir des superficies cohérentes décrites au chapitre 3.

Les méthodes d'estimation et d'établissement de rapports des *Lignes directrices* ne concernent que les sources et puits de gaz à effet de serre des forêts gérées, telles que définies au chapitre 1. Les pays devront appliquer des définitions nationales des forêts gérées de manière cohérente dans le temps. L'application des définitions au niveau national devra couvrir toutes les forêts faisant l'objet d'interventions humaines, y compris toutes les pratiques de gestion comme la protection des forêts, les plantations, la promotion de la régénération naturelle, la production de bois d'œuvre, l'extraction non commerciale de bois de chauffage, et l'abandon de terres gérées.

Le présent chapitre n'inclut pas les produits ligneux récoltés (PLR), car ceux-ci sont couverts au chapitre 12 du présent volume.

Les terres forestières gérées se divisent en deux sous-catégories et les recommandations et méthodologies sont données dans deux sections séparées :

- Section 4.2 : Terres forestières restant terres forestières
- Section 4.3 : Terres converties en terres forestières

La section 4.2 couvre la méthodologie s'appliquant aux terres qui ont été des terres forestières pendant une période plus longue que la période de transition requise pour atteindre un nouveau niveau de carbone des sols (20 ans par défaut). La section 4.3 s'applique aux terres converties en terres forestières pendant cette période de transition. L'intervalle de 20 ans est considéré comme la période de transition par défaut pour les variations des stocks de carbone suite à un changement d'affectation des terres. Selon les *bonnes pratiques*, chaque pays devra classer ses terres forestières nationales en fonction de ces deux catégories. La longueur réelle de la période de transition dépend des circonstances naturelles et écologiques de chaque pays ou région, et peut ne pas être 20 ans.

Les forêts non gérées qui sont en passe d'être gérées doivent être notifiées dans l'inventaire et incluses dans la catégorie *terres converties en terres forestières*. Les forêts non gérées qui sont converties à d'autres affectations des terres sont notifiées dans l'inventaire en fonction de leur catégorie d'affectation des terres post-conversion et de la période de transition appropriée pour la nouvelle catégorie d'affectation des terres.

Si l'on ne dispose ni de données sur la conversion des terres ni de la période de conversion, l'hypothèse par défaut sera que toutes les forêts gérées sont à classer dans la catégorie *terres forestières restant terres forestières*, et que leurs émissions et absorptions de gaz à effet de serre (GES) sont estimées à l'aide des recommandations données à la section 4.2.

Pools de carbone et gaz sans CO₂ étudiés

Des méthodes sont fournies pour les pools de carbone et gaz sans CO₂ suivants :

- Biomasse (biomasse aérienne et souterraine)
- Matière organique morte (bois mort et litière)
- Matière organique des sols
- Gaz sans CO₂ (CH₄, CO, N₂O, NO_x)

Le choix des pools de carbone ou gaz sans CO₂ à estimer dépend de l'importance du pool et du niveau sélectionné pour chaque catégorie d'affectation des terres.

Classification des affectations des terres forestières

Les émissions et absorptions de gaz à effet de serre par hectare varient en fonction des facteurs du site, de la forêt ou du type de plantation, de l'état de développement du peuplement et des pratiques de gestion. Selon les *bonnes pratiques*, il faudra stratifier les terres forestières en diverses sous-catégories de manière à réduire les variations du taux de croissance et autres paramètres forestiers, mais aussi l'incertitude (encadré 4.1). Les *Recommandations* utilisent par défaut les zones écologiques les plus récentes (voir le tableau 4.1 de la section 4.5 et la figure 4.1 du présent chapitre), et les classifications du couvert forestier de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO, 2001) (voir le tableau 4.2 de la section 4.5 et la figure 4.2 du présent chapitre). Si possible et à toutes fins pratiques, les experts des pays devront utiliser des classifications nationales plus précises, étant données les autres exigences en matière de données.

ENCADRE 4.1 NIVEAU DE PRECISION

La stratification des types de forêts en sous-catégories homogènes, si possible aux niveaux régionaux ou sous-régionaux d'un pays, permet de réduire l'incertitude des estimations des émissions et absorptions de gaz à effet de serre. À des fins de simplicité et de clarté, le présent chapitre évoque l'estimation des émissions et absorptions au niveau national et pour un nombre relativement peu élevé de sous-catégories de terres forestières. Ce niveau de précision a été choisi parce qu'il correspond aux sources disponibles de données d'entrées par défaut, de teneur en carbone et autres hypothèses. Les utilisateurs des présentes lignes directrices doivent toutefois comprendre qu'ils sont encouragés à effectuer des calculs plus fins de l'inventaire des émissions de gaz à effet de serre, si possible. De nombreux pays disposent d'informations plus fines sur les forêts et les changements d'affectation des terres que celles qui ont été choisies comme valeurs par défaut dans le présent chapitre : auquel cas il faudra utiliser ces données, si possible, pour les raisons suivantes :

1. Précision géographique régionale plutôt que nationale

Il est possible que les experts se rendent compte que des estimations des gaz à effet de serre sont nécessaires pour différentes régions, afin d'enregistrer les variations géographiques importantes en matière de types d'écosystèmes, la densité de la biomasse, les fractions de biomasse brûlée, etc.

2. Précisions plus fines par sous-catégorie

Les experts pourront subdiviser les catégories et les sous-catégories d'affectation des terres recommandées de manière à refléter les importantes différences en matière de climat, écologie ou espèces, types de forêts, affectations des terres ou pratiques forestières, collecte de bois de chauffage, etc.

En tout état de cause, utiliser des niveaux plus précis de désagrégation ne modifie pas la nature fondamentale de la méthode d'estimation ; des données et hypothèses supplémentaires seront toutefois généralement requises en plus des valeurs par défaut fournies dans le présent chapitre. Une fois l'estimation des émissions de gaz à effet de serre effectuée au niveau de précision le plus approprié selon les experts nationaux, les résultats devront être rassemblés au niveau national et selon les catégories requises par les présentes *Lignes directrices*. Et ce, pour permettre à tous les pays participants de comparer leurs résultats. En général, les données et les hypothèses utilisées pour les niveaux de précision plus élevés devront être indiquées pour que les méthodes employées soient transparentes et réutilisables.

Terminologie

La terminologie utilisée dans les méthodes d'estimation des stocks et des variations de la biomasse devra correspondre à celle de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), ainsi qu'à ses définitions. La FAO représente la principale source de données sur les activités et de facteurs d'émissions pour les forêts et autres catégories d'affectation des terres pour les calculs de niveau 1. Dans la terminologie de la FAO, on trouve notamment : croissance de la biomasse, accroissement annuel moyen, pertes de biomasse, et extraction de bois. Le glossaire figurant à l'annexe 4A.1 présente les définitions de ces termes.

Figure 4.1 Zones écologiques mondiales, en fonction des schémas climatiques et végétaux observés (FAO, 2001). Les données des systèmes d'information géographique sont disponibles à l'adresse <http://www.fao.org>.

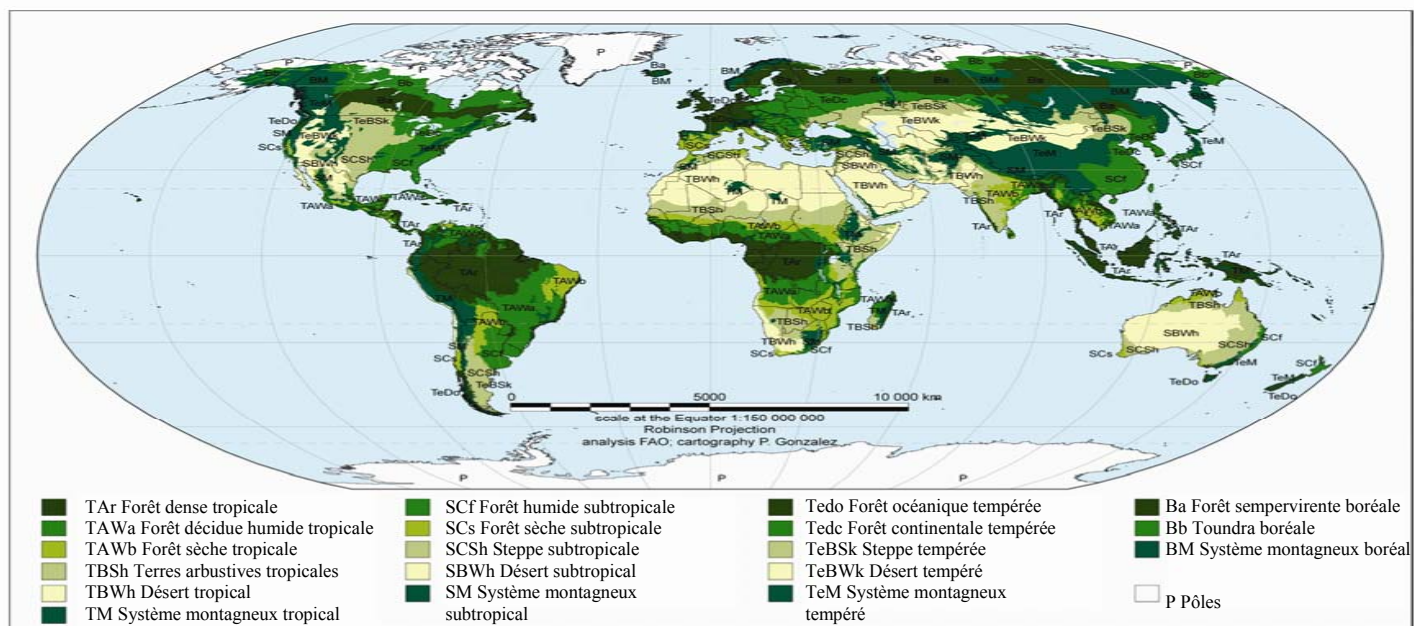
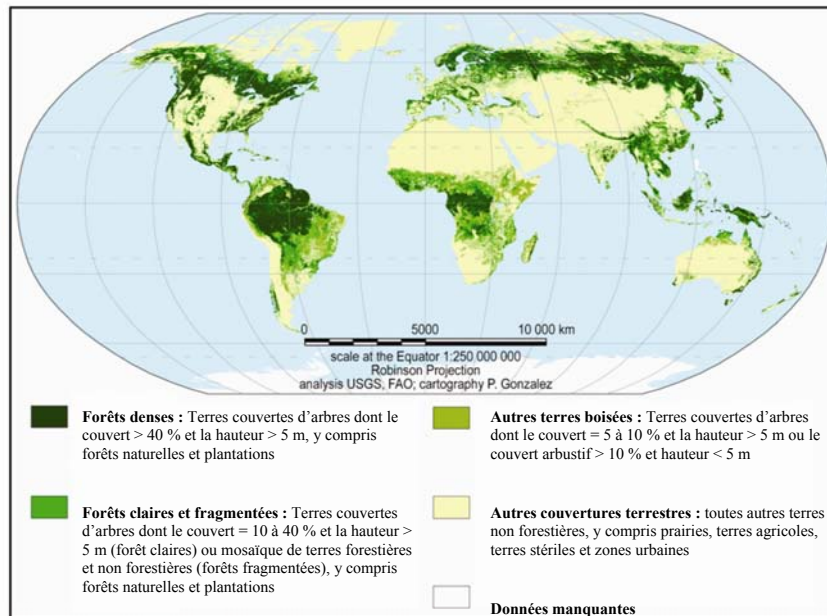


Figure 4.2 Couverture forestière et terrestre mondiale, 1995. Résolution spatiale originale des données forestières d'1 km² (analyse U.S. Geological Survey (Loveland *et al.*, 2000) et FAO (2001)). Les données des systèmes d'information géographique sont disponibles à l'adresse <http://edc.usgs.gov>.



4.2 TERRES FORESTIERES RESTANT TERRES FORESTIERES

La présente section étudie les forêts gérées qui font partie des terres forestières depuis plus de 20 ans (par défaut), ou dont la période de transition a dépassé celle choisie par un pays. L'inventaire des gaz à effet de serre pour la catégorie *terres forestières restant terres forestières* (FF) comprend l'estimation des variations des stocks de carbone pour cinq pools de carbone (biomasse aérienne, biomasse souterraine, bois mort, litière, et matière organique des sols) et des émissions de gaz sans CO₂. Les méthodes d'estimation des absorptions et émissions de gaz à effet de serre des terres converties en terres forestières au cours des 20 dernières années (à partir de terres cultivées ou de prairies, par exemple) sont présentées à la section 4.3. L'ensemble d'équations générales utiles à l'estimation des variations annuelles des stocks de carbone des terres forestières est présenté au chapitre 2.

4.2.1 Biomasse

La présente section propose des méthodes d'estimation des gains et des pertes de biomasse. Les gains incluent la croissance totale de la biomasse dans ses composantes aériennes et souterraines. Les pertes sont l'extraction/la récolte/la collecte de bois rond et les pertes dues aux perturbations par le feu, les insectes, les maladies et autres perturbations. Lorsque de telles pertes ont lieu, la biomasse souterraine est également réduite et se transforme en matière organique morte (MOM).

4.2.1.1 CHOIX DE LA METHODE

Le chapitre 2 décrit deux méthodes, nommées *méthode gains-pertes* (basée sur des estimations des variations annuelles de la biomasse à partir d'estimations des gains et pertes de biomasse, équation 2.7) et *méthode de différence des stocks* (estimation de la différence des stocks totaux de carbone de la biomasse à deux points temporels t_2 et t_1 , équation 2.8).

La méthode gains-pertes de la biomasse est applicable à tous les niveaux, mais la méthode de différence des stocks est plus adaptée aux niveaux 2 et 3 parce qu'en général, elle produit des estimations plus fiables de gains et pertes relativement grands de biomasse ou lorsque des inventaires forestiers très précis sont menés. Pour les superficies dont les peuplements représentent des types de forêts variés, et/ou les variations de la biomasse sont très faibles par rapport à la quantité totale de biomasse, l'erreur d'inventaire avec la méthode de différence des stocks pourra être plus grande que la variation attendue. Si les inventaires périodiques présentent des estimations des stocks de matière organique morte, en plus des stocks en croissance, il faudra savoir que d'autres données sur la mortalité et les pertes seront encore requises pour l'estimation des transferts vers la matière organique morte, les produits ligneux récoltés et les émissions causées par les perturbations. Pour obtenir des résultats fiables lors de l'utilisation de la méthode de différence des stocks, les inventaires suivants devront couvrir la même superficie. Pour choisir entre la méthode de différence des stocks et la méthode gains-pertes au niveau approprié, il faudra donc consulter des experts, en prenant en compte les systèmes d'inventaires nationaux, la disponibilité des données et des informations d'enquêtes écologiques, les schémas des propriétés foncières, les données sur les activités, les facteurs de conversion et d'expansion ainsi qu'une analyse coûts-avantages.

Il faudra utiliser le diagramme décisionnel présenté à la figure 1.2 du chapitre 1 pour choisir le niveau. De cette manière, les ressources disponibles seront employées de manière efficace, en prenant en compte le fait que la biomasse de cette catégorie représente ou non un pool de carbone important ou une catégorie clé, comme le décrit le chapitre 4 du volume 1.

Méthode de niveau 1 (méthode gains-pertes de biomasse)

Le niveau 1 est utilisable même lorsqu'on n'a pas d'estimations spécifiques au pays des données sur les activités et des facteurs d'émissions/absorptions, et fonctionne également lorsque les variations du pool de carbone de la biomasse des *terres forestières restant terres forestières* sont relativement faibles. Cette méthode exige une soustraction des pertes de carbone de la biomasse des gains de carbone de la biomasse (équation 2.7). Les variations annuelles des stocks de carbone de la biomasse peuvent être estimées à l'aide de la méthode gains-pertes, qui estime l'accroissement annuel des stocks de carbone dus à la croissance de la biomasse et la diminution annuelle des stocks de carbone due aux pertes de biomasse :

- L'accroissement annuel des stocks de carbone de la biomasse est estimé à l'aide de l'équation 2.9, où la superficie correspondant à chaque sous-catégorie forestière est multipliée par l'accroissement annuel net en tonnes de matière sèche par hectare et par an ;

- Puisque la croissance de la biomasse se calcule d'habitude en fonction du volume commercialisable ou de la biomasse aérienne, la biomasse souterraine est estimée à l'aide d'un taux biomasse souterraine/biomasse aérienne (équation 2.10). Autre possibilité : le volume commercialisable (m^3) peut être converti directement en biomasse totale à l'aide de facteurs d'expansion et de conversion de la biomasse ($FECB_1$), (équation 2.10) ;
- Si les valeurs $FECB_1$ ne sont pas disponibles, et si le facteur d'expansion de la biomasse (FEB) et la densité ligneuse de base (D) sont estimés séparément, la conversion suivante peut être utilisée :

$$FECB_1 = FEB_1 \bullet D$$

Les facteurs d'expansion de la biomasse (FEB_1) transforment le volume commercialisable en volume total de la biomasse aérienne afin de prendre en compte les éléments non commercialisables de l'arbre, du peuplement et de la forêt. FEB_1 est non dimensionnel ;

- La biomasse aérienne moyenne des superficies forestières affectées par des perturbations est donnée aux tableaux 4.7 et 4.8 ; les valeurs nettes de la croissance de la biomasse aérienne annuelle nette moyenne sont données aux tableaux 4.9, 4.10 et 4.12 ; les valeurs de l'accroissement annuel net sont données aux tableaux 4.11A et 4.11B ; la densité ligneuse se trouve aux tableaux 4.13 et 4.14 ; et les taux de biomasse souterraine par rapport à la biomasse aérienne (T_x) se trouvent au tableau 4.4. L'encadré 4.2 explique comment convertir les volumes de stocks en croissance, les accroissements et les extractions de bois et les étendre à la biomasse ;
- Dans certains écosystèmes, la densité ligneuse de base (D) peut influencer les schémas spatiaux de la biomasse forestière (Baker *et al.*, 2004b). Les utilisateurs du niveau 1 qui n'ont pas de mesures de la densité ligneuse au niveau de sous-strate désiré peuvent estimer la densité ligneuse avec la proportion de biomasse forestière totale imputable aux 2 ou 3 espèces dominantes et les valeurs de densité ligneuse spécifiques aux espèces (tableaux 4.13 et 4.14) pour calculer la valeur de la densité ligneuse moyenne pondérée ;
- Les pertes ou les diminutions annuelles des stocks de carbone de la biomasse sont estimées à l'aide de l'équation 2.11, qui nécessite une estimation des pertes annuelles de carbone dues à l'extraction de bois (équation 2.12), l'extraction de bois de chauffage (équation 2.13) et les perturbations (équation 2.14). Les transferts de biomasse vers la matière organique morte sont estimés à l'aide de l'équation 2.20, en fonction des estimations des pertes annuelles de carbone de la biomasse dues à la mortalité (équation 2.21), et du transfert annuel de carbone vers les rémanents (équation 2.22) ;
- Les estimations de biomasse sont converties en valeurs de carbone à l'aide des fractions de carbone de la matière sèche (tableau 4.3).

Lorsque le stock de biomasse ou ses variations dans une catégorie (ou sous-catégorie) sont significatifs ou une catégorie clé, les *bonnes pratiques* exigent que l'on sélectionne une méthode d'estimation de niveau plus élevé. Entre les niveaux 2 et 3, la méthode dépendra des types de données et de modèles disponibles et de leur exactitude, du niveau de désagrégation spatiale des données sur les activités et des circonstances nationales.

Si les compilateurs d'inventaires utilisent des données sur les activités rassemblées à l'aide de l'approche 1 (voir chapitre 3), et s'il n'est pas possible d'utiliser des données supplémentaires pour identifier la quantité de terres converties *depuis* et *vers* des terres forestières, les stocks de C de la biomasse de toutes les terres forestières devront être estimés à l'aide de la méthode de niveau 1 décrite ci-dessus pour les *terres forestières restantes*.

Niveau 2

Le niveau 2 peut être employé dans les pays où existent (ou peuvent être rassemblées à moindre coût) des estimations spécifiques au pays des données sur les activités et des facteurs d'émissions/absorption. Comme le niveau 1, le niveau 2 utilise les équations 2.7 à 2.14 (excepté l'équation 2.8). Les valeurs de la densité ligneuse spécifique aux espèces (tableaux 4.13 et 4.14) permettent de calculer la biomasse à partir de données d'inventaires forestiers spécifiques aux espèces. On pourra utiliser la méthode de différence des stocks (équation 2.8) au niveau 2 si l'on dispose des données spécifiques au pays nécessaires.

Niveau 3

À l'approche de niveau 3 d'estimation des variations des stocks de carbone de la biomasse, on pourra utiliser différentes méthodes, dont par exemple des modèles basés sur des processus. La mise en place pourra varier en fonction des pays, en raison des différences en matière de méthodes d'inventaires, de conditions forestières et de données sur les activités. Au niveau 3, il sera donc crucial de documenter la validité et l'exhaustivité des données, des hypothèses, des équations et des modèles utilisés de manière transparente. Avec la méthode de différence des stocks au niveau 3, il faudra aussi utiliser des inventaires forestiers précis (équation 2.8). Ceux-ci pourront être agrémentés d'équations et de modèles allométriques (par exemple Chambers *et al.* (2001) et Baker *et al.* (2004a) pour l'Amazonie ; Jenkins *et al.* (2004) et Kurz et Apps (2006) pour l'Amérique du Nord ; et

Zianis *et al.* (2005) pour l'Europe), calibrés en fonction des circonstances nationales permettant l'estimation directe de la croissance de la biomasse.

ENCADRE 4.2

FACTEURS D'EXPANSION ET DE CONVERSION DE LA BIOMASSE PERMETTANT D'ÉVALUER LA BIOMASSE ET LE CARBONE DES FORÊTS¹

D'ordinaire, les inventaires forestiers et les recensements des activités prennent en compte les stocks en croissance, l'accroissement annuel net ou l'extraction de bois en m³ de volume commercialisable. Les éléments non commercialisables aériens tels que les cimes, les branches, les brindilles, le feuillage et parfois les souches sont exclues, ainsi que les éléments souterrains (racines).

Les évaluations des variations et stocks de carbone et de la biomasse, au contraire, se concentrent sur la biomasse totale, la croissance de la biomasse et les extractions de biomasse (récoltes), y compris les éléments non commerciaux, exprimés en tonnes de poids sec. Plusieurs méthodes existent pour dériver la biomasse des forêts et ses variations. La biomasse aérienne et ses variations peuvent être dérivées de deux manières principales :

(i) directement, en mesurant des attributs échantillons de l'arbre sur le terrain, comme le diamètre et la hauteur ; et en appliquant des équations allométriques spécifiques à l'espèce ou des tableaux de biomasse basés sur ces équations, une fois ou de manière répétée ;

(ii) indirectement, en transformant les données de volume disponible tirées des inventaires forestiers, par exemple le volume commercialisable de stock en croissance, l'accroissement annuel net ou l'extraction de bois (Somogyi *et al.*, 2006).

Avec cette dernière approche, la transformation peut être obtenue en appliquant des fonctions de régression de la biomasse, qui expriment normalement directement la biomasse des espèces ou de groupes d'espèces (t/ha) ou leur taux de variation en tant que fonctions de la densité du stock en croissance (m³/ha), et l'âge, les écorégions ou d'autres variables (Pan *et al.*, 2004).

Mais plus communément, un facteur de transformation unique et discret² sera appliqué au volume commercialisable de manière à dériver la biomasse aérienne et ses variations :

(i) Les facteurs d'expansion de la biomasse (FEB) développent le poids sec³ du volume commercialisable de stock en croissance, d'accroissement annuel net ou d'extraction de bois afin de prendre en compte les éléments non commerciaux de l'arbre, du peuplement et de la forêt. Avant d'appliquer ces FEB, le volume commercialisable (m³) doit être converti en poids sec (tonne) en le multipliant par un facteur de conversion nommé densité ligneuse de base (D) en (t/m³). Puisqu'ils effectuent la conversion d'unités de poids, les FEB sont adimensionnels.

Cette méthode produit les meilleurs résultats lorsque les FEB ont été déterminés dès le début en fonction des poids secs, et lorsqu'on dispose de densités ligneuses de base bien connues localement.

(ii) Les facteurs d'expansion et de conversion de la biomasse (FECB) combinent la conversion et l'expansion. Ils disposent de la dimension (t/m³) et transforment en une seule multiplication le stock en croissance, l'accroissement annuel net ou l'extraction de bois (m³) directement en biomasse aérienne, croissance de la biomasse aérienne ou extraction de biomasse (t).

Les FECB sont plus faciles à utiliser, car ils peuvent s'appliquer directement aux données d'inventaire forestier basées sur le volume et les recensements des activités, sans la densité ligneuse de base. Ils produisent les meilleurs résultats lorsqu'ils ont été dérivés localement, directement à partir du volume commercialisable. Mathématiquement, les FECB et les FEB sont liés par :

$$\text{FECB} = \text{FEB} \bullet \text{D}$$

Lorsqu'on utilise cette équation, il faut faire attention aux facteurs d'expansion de la biomasse et à la densité ligneuse de base car on a tendance à observer une corrélation. Si le même échantillon d'arbres a été utilisé pour déterminer D, FEB ou FECB, la conversion n'introduira aucune erreur. Mais si la densité ligneuse de base n'est pas connue avec certitude, la transformation pourra induire des erreurs, car les FECB impliquent une densité ligneuse de base spécifique mais inconnue. Dans l'idéal, tous les facteurs de conversion et d'expansion seront dérivés ou on vérifiera la possibilité de les utiliser localement.

¹ Voir au glossaire (annexe 4A.1) la définition des termes.

² Si ces facteurs de transformation sont généralement appliqués discrètement, ils peuvent aussi être exprimés et présentés en tant que fonctions continues de la densité du stock en croissance, de l'âge ou d'autres variables.

³ Dans certaines applications, les facteurs d'expansion de la biomasse développent le poids sec des éléments commercialisables en biomasse totale, y compris les racines, ou développent le volume commercialisable en volume total de biomasse ou en biomasse aérienne (Somogyi *et al.*, 2006). Comme on peut le voir dans le présent document, les facteurs d'expansion de la biomasse transforment toujours le poids sec de volume commercialisable, y compris l'écorce, en biomasse aérienne, racines exceptées.

Les FEB et les FECB ont tendance à décroître en fonction de l'âge du peuplement, car la densité du stock en croissance (volume de stock en croissance par ha) augmente. Ceci s'explique par l'augmentation du taux de volume commercialisable par rapport au volume total. Pour les densités des stocks en croissance faibles ou les jeunes peuplements, la diminution est rapide et s'équilibre pour les peuplements plus âgés et les densités de peuplement plus élevées.

Les *GPG-LULUCF* fournissaient seulement des valeurs par défaut de FEB, avec des plages importantes et des recommandations générales sur la manière de choisir les valeurs utilisables pour tel ou tel pays à partir de ces plages. Le présent document cherche à faciliter le choix de valeurs par défaut plus fiables en fournissant des facteurs par défaut en fonction de la densité des stocks en croissance, au tableau 4.5. Le tableau ne fournit que des FECB par défaut, car des données plus récentes et plus complètes ont été publiées ailleurs. Les pays qui possèdent des densités ligneuses de base et des FEB sur une base cohérente pourront les utiliser pour calculer leurs FECB spécifiques à l'aide de la formule présentée ci-dessus.

Les FECB ou FEB qui s'appliquent au stock en croissance et à l'accroissement annuel net sont différents. Les symboles suivants sont utilisés dans le présent document :

FECB : facteur d'expansion et de conversion de la biomasse applicable au stock en croissance ; transforme le volume commercialisable de stock en croissance en biomasse aérienne.

FECB_A : facteur d'expansion et de conversion de la biomasse applicable à l'accroissement annuel net ; transforme le volume commercialisable d'accroissement annuel net en croissance de biomasse aérienne.

FECB_E : facteur d'expansion et de conversion de la biomasse applicable à l'extraction de bois ; transforme la biomasse commercialisable en biomasse totale (y compris l'écorce). Les FECB_E et les FEB_E de l'extraction de bois et de bois de chauffage seront plus grands que ceux du stock en croissance en raison des pertes dues aux récoltes (voir le glossaire à l'annexe 4A.1). Si la valeur spécifique au pays des pertes dues aux récoltes n'est pas connue, les valeurs par défaut sont de 10 % pour les feuillus, et 8 % pour les conifères (Kramer et Akca, 1982). Les facteurs de conversions et d'expansion par défaut pour l'extraction de bois peuvent être dérivés en divisant les FECB par (1-0,08) pour les conifères et (1-0,1) pour les feuillus.

Selon les *bonnes pratiques*, il faudra estimer la biomasse du stock en croissance, la croissance de la biomasse aérienne et l'extraction de biomasse aérienne par strate ; en outre on présentera ces strates et on rassemblera les résultats *a posteriori*. Les méthodes décrites ci-dessus produiront les données correspondant à la biomasse aérienne et à ses variations. Les résultats devront alors être convertis en biomasse totale en utilisant des taux applicables de biomasse souterraine par rapport à la biomasse aérienne.

4.2.1.2 CHOIX DES FACTEURS D'EMISSION

Pour la méthode gains-pertes, on aura besoin de la croissance de la biomasse aérienne, du facteur d'expansion et de conversion de la biomasse (FECB), des FEB, et/ou des densités ligneuses de base pour tous les types de forêts et zones climatiques du pays, plus les facteurs d'émissions liés à la perte de biomasse, y compris les pertes dues à l'extraction de bois, à l'extraction de bois de chauffage et aux perturbations.

Gains annuels de carbone de la biomasse, ΔC_G

Croissance moyenne de la biomasse aérienne (accroissement), Cce

Niveau 1

Les valeurs par défaut pour la croissance de la biomasse aérienne (Cce) qui sont fournies aux tableaux 4.9, 4.10 et 4.12 peuvent être employées au niveau 1. Si l'on dispose d'autres valeurs régionales par défaut pour les différents types de forêts, qui sont plus pertinentes au pays, il est conforme aux *bonnes pratiques* de les utiliser.

Niveau 2

La méthode de niveau 2 emploie plus de données spécifiques au pays pour calculer la croissance de la biomasse aérienne, la Cce à partir de l'accroissement annuel net du stock en croissance spécifique au pays (I_V). Les tableaux 4.11a et 4.11b présentent les valeurs par défaut de I_V . Les facteurs d'expansion et de conversion de la biomasse combinés par défaut (FECB_A) de I_V sont fournis au tableau 4.5. Des données séparées des facteurs d'expansion de la biomasse pour l'accroissement (BEF_A) et la densité ligneuse de base (D) peuvent également être utilisées pour convertir les données disponibles en Cce. Les tableaux 4.13 et 4.14 présentent les valeurs par défaut pour la densité ligneuse de base.

Niveau 3

Au niveau 3, l'estimation basée sur les processus utilisera un inventaire forestier précis ou un système de surveillance en conjonction avec des données sur les stocks en croissance et l'accroissement annuel net passé et prévu, et les fonctions liant directement le stock en croissance ou l'accroissement annuel net à la biomasse et à la croissance de la biomasse. Il sera également possible de dériver l'accroissement annuel net en effectuant une

simulation de processus. En outre, on incorporera la fraction de carbone et la densité ligneuse de base spécifiques.

Les inventaires forestiers dressent généralement la liste des conditions dans lesquelles se trouvent les stocks forestiers en croissance dans l'année de l'inventaire. Lorsque l'année de l'inventaire ne correspond pas à l'année d'établissement du rapport, l'accroissement annuel net ou l'accroissement estimé à l'aide de modèles (c'est-à-dire des modèles capables de simuler la dynamique des forêts), qu'ils soient interpolés ou extrapolés, devront être utilisés en conjonction avec les données disponibles sur les récoltes et les perturbations, afin de mettre à jour les données d'inventaire en fonction de l'année correspondant.

Croissance de la biomasse souterraine (accroissement)

Niveau 1

Selon l'hypothèse par défaut correspondant aux *Lignes directrices GIEC 1996*, les variations des stocks de carbone souterrains peuvent être nulles. Sinon, on devra utiliser des valeurs par défaut du taux de biomasse souterraine par rapport à la biomasse aérienne (T_x) afin d'estimer la croissance de la biomasse souterraine. Les valeurs par défaut sont fournies au tableau 4.4. À strictement parler, ces taux de biomasse souterraine par rapport à la biomasse aérienne ne sont valables que pour les stocks, mais il est peu probable qu'une erreur s'imisce s'ils sont appliqués à la croissance de la biomasse aérienne sur de courtes périodes de temps.

Niveau 2

Les taux de biomasse souterraine par rapport à la biomasse aérienne spécifiques au pays devront être utilisés pour estimer la biomasse souterraine de différents types de forêts.

Niveau 3

De préférence, la biomasse souterraine devra être incorporée directement aux modèles de calcul de l'accroissement et des pertes totales de biomasse. On pourra également utiliser des taux de biomasse souterraine par rapport à la biomasse aérienne spécifiques au pays ou à la région, ou des modèles de régression (e.g., Li *et al.*, 2003).

Pertes annuelles de carbone dans la biomasse, ΔC_P

Pertes de biomasse dues à l'extraction de bois, $P_{\text{extraction de bois}}$ et $P_{\text{bois de chauffage}}$

Les facteurs suivants seront nécessaires au calcul des pertes de carbone dues à l'extraction de biomasse : l'extraction de bois (H), l'extraction de bois de chauffage (arbres ou parties d'arbres, FG), la densité ligneuse de base (D), le taux de biomasse souterraine par rapport à la biomasse aérienne (T_x), la fraction de carbone (FC), les FECB pour l'extraction de bois. Si toute extraction de bois représente effectivement une perte pour le pool de la biomasse forestière, le chapitre 12 fournit des recommandations pour estimer les variations annuelles des stocks de carbone des produits ligneux récoltés.

Perturbations, $P_{\text{perturbations}}$

L'estimation des autres pertes de carbone nécessite des données correspondant aux superficies affectées par des perturbations ($S_{\text{perturbations}}$) et la biomasse de ces superficies forestières (B_w). Il faudra effectuer des estimations de la biomasse aérienne des types de forêts affectées par des perturbations, mais aussi du taux de biomasse souterraine par rapport à la biomasse aérienne et de la fraction de biomasse perdue lors de la perturbation.

Les tableaux 2.4, 2.5 et 2.6 du chapitre 2 fournissent des valeurs de consommation de la biomasse par le combustible, des facteurs d'émissions et des facteurs de combustion nécessaires à l'estimation de la proportion de biomasse perdue dans le feu et de la proportion à transférer à la matière organique morte aux niveaux plus élevés.

Niveau 1

La biomasse moyenne varie en fonction du type de forêt et des pratiques d'exploitation. Les valeurs par défaut sont fournies aux tableaux 4.9 et 4.10. En cas de feu, les émissions de CO_2 et sans CO_2 proviennent des combustibles brûlés de la biomasse aérienne, y compris le sous-étage. Le feu peut être responsable de la combustion d'une grande proportion de la végétation du sous-étage. S'il s'agit d'autres perturbations, une fraction de la biomasse aérienne est transférée à la matière organique morte et au niveau 1, on suppose que toute la biomasse de la superficie soumise aux perturbations est émise dans l'année de la perturbation.

Niveau 2

Au niveau 2, les variations de biomasse dues aux perturbations sont prises en compte par catégorie forestière, type de perturbation et intensité. Pour la biomasse, les valeurs moyennes sont obtenues à partir des données spécifiques au pays.

Niveau 3

Le niveau 3 peut également adopter des modèles, qui emploient en général des informations spatialement référencées ou spatialement explicites sur l'année et le type de perturbation, en plus du calcul des pertes tel que celui du niveau 2.

4.2.1.3 CHOIX DES DONNEES SUR LES ACTIVITES

Superficie de terres forestières gérées

Tous les niveaux nécessitent des informations sur les superficies de terres forestières gérées en fonction des différents types de forêts, climats, systèmes de gestion et régions.

Niveau 1

Le niveau 1 utilise des superficies forestières tirées de statistiques nationales et d'enquêtes, auprès d'agences forestières (qui pourront avoir des informations sur les superficies de différentes pratiques d'exploitation), agences de préservation de l'environnement (notamment pour les superficies gérées en vue d'une régénération naturelle), municipalités et organismes chargés de la cartographie. Il faudra effectuer des vérifications par recoupement afin de s'assurer d'avoir une représentation complète et cohérente et d'éviter toute omission ou double comptage, comme le précise le chapitre 3. S'il n'existe pas de données spécifiques au pays, on pourra obtenir des informations agrégées dans les sources de données internationales (FAO, 1995 ; FAO, 2001 ; TBFRA, 2000). Conformément aux *bonnes pratiques*, il faudra vérifier, valider et mettre à jour les données de la FAO à l'aide de sources nationales.

Niveau 2

Le niveau 2 utilise des ensembles de données nationales spécifiques au pays, en fonction des différents types de forêts, de climats, des systèmes de gestion et des régions, à une résolution assez fine pour permettre une représentation appropriée des superficies de terres correspondant aux dispositions du chapitre 3 du présent volume. L'approche 2 du chapitre 3 est l'approche pertinente au niveau 2.

Niveau 3

Le niveau 3 utilise des données spécifiques au pays sur les terres forestières gérées tirées de différentes sources, notamment les inventaires forestiers nationaux, les registres des affectations des terres et des changements d'affectation des terres, ou la télédétection. Normalement, ces données fournissent une image complète de toutes les transitions d'affectation des terres vers les terres forestières et une image désagrégée par rapport au climat, sol et type de végétation. Les superficies géoréférencées par rapport aux différents types de forêts peuvent être utilisées pour suivre les changements des superficies en fonction des différents types d'affectations des terres (voir approche 3 présentée au chapitre 3).

Extraction de bois

Pour calculer les variations des stocks de biomasse et les transferts des pools de carbone à des fins d'inventaire, il faudra avoir des données sur l'extraction de bois, y compris l'extraction de bois de chauffage et les pertes de biomasse dues aux perturbations. Le bois peut être extrait à des fins industrielles, mais aussi en vue de procédés de petite échelle ou de la vente directe à des consommateurs effectuée par des propriétaires fonciers. Ce type de quantité ne sera pas forcément inclus dans les statistiques officielles et il pourra être nécessaire de l'estimer par enquête. Le bois de chauffage extrait de branches et des cimes d'arbres coupés devra être soustrait des transferts vers le pool de bois mort. La récupération de bois de superficies affectées par des perturbations devra également être soustraite de la biomasse, pour éviter tout double comptage aux inventaires de niveau 1, pour lesquels on a déjà émis l'hypothèse selon laquelle la biomasse des superficies affectées par les perturbations est déjà émise vers l'atmosphère.

Les utilisateurs de statistiques sur la production devront faire très attention aux unités employées. Il sera important notamment de vérifier que les informations des données d'origine sont rapportées en tant que biomasse, volume sous ou sur l'écorce, afin d'être sûr que les facteurs d'expansion sont utilisés de manière appropriée et cohérente.

On n'inclura pas l'extraction de bois des terres forestières converties en une autre affectation des terres dans les pertes correspondant aux *terres forestières restant terres forestières*, puisque ces pertes seront rapportées dans la nouvelle catégorie d'affectation des terres – sauf si l'on se restreint à une représentation des terres d'approche 1 sans données supplémentaires, auquel cas toutes les terres forestières sont comptées dans la catégorie *terres forestières restant terres forestières*. Si les statistiques correspondant à l'extraction de bois ne fournissent pas de stratification des terres, une quantité de biomasse correspondant approximativement aux pertes de biomasse des terres converties à partir de terres forestières devra être soustraite de la somme totale des extractions de bois.

Les données correspondant à l'extraction de bois rond sont publiées dans le bulletin du bois d'œuvre de la UNECE/FAO et l'*Annuaire des produits forestiers* de la FAO, qui se base surtout sur les données fournies par les pays. En l'absence de données officielles, la FAO fournit une estimation basée sur les meilleures informations disponibles. En général, l'*Annuaire des produits forestiers* de la FAO paraît tous les deux ans.

Niveau 1

Au niveau 1, les données de la FAO peuvent être utilisées comme valeurs par défaut de H à l'équation 2.12 du chapitre 2. Les données sur le bois rond incluent tout le bois extrait de forêts, rapporté en mètre cubes sous écorce. Les données sous écorce doivent être converties en données sur écorce avant d'utiliser les FECB_E. La conversion du volume sous écorce en volume sur écorce se fait en utilisant les pourcentages d'écorce.

Niveau 2

L'utilisation de données spécifiques au pays est requise.

Niveau 3

Les données spécifiques au pays pour l'extraction de bois de diverses catégories forestières devront être utilisées à la résolution spatiale choisie pour l'établissement du rapport.

Extraction de bois de chauffage

Pour estimer les pertes de carbone dues à l'extraction de bois de chauffage, on doit avoir les données correspondant au volume annuel de bois de chauffage extrait (FG) et la densité ligneuse de base (D). Les pays produisent le bois de chauffage de diverses manières, de la récolte ordinaire de bois d'œuvre à l'utilisation de certaines parties des arbres, en passant par la collecte de bois mort. Dans de nombreux pays, le bois de chauffage représente la plus grande perte de biomasse ; ces pays devront donc avoir des estimations fiables. On séparera si possible l'extraction de bois de chauffage des *terres forestières restant terres forestières* et de celle des terres forestières converties à d'autres affectations.

Niveau 1

La FAO fournit des statistiques sur l'extraction de bois de chauffage et de charbon pour tous les pays. Les statistiques de la FAO se basent sur les informations données par les ministères/services concernés des pays et dans certains cas peuvent ne pas fournir toutes les données de l'extraction de bois de chauffage et de charbon, car les collectes de données et les systèmes d'enquête nationaux sont limités. En conséquence, au niveau 1, les statistiques de la FAO peuvent être utilisées directement, mais le ministère des Forêts et de l'agriculture ou autre organisme chargé des statistiques nationales à fournir à la FAO devra vérifier leur exhaustivité. Puisque le bois de chauffage est rassemblé à partir de sources multiples (forêts, résidus de travail du bois d'œuvre, exploitations, fermes, espaces verts de villages, etc.), les estimations de la FAO ou toute autre estimation nationale devront être agrémentées d'enquêtes régionales ou d'études locales sur la consommation de bois de chauffage. Il faudra utiliser des informations plus complètes au niveau national, si elles sont disponibles.

Niveau 2

L'utilisation de données spécifiques au pays est requise, si elles sont disponibles. Les enquêtes régionales relatives à l'extraction de bois de chauffage peuvent être utilisées pour vérifier et compléter les sources de données nationales ou de la FAO. Au niveau national, l'extraction de bois de chauffage agrégée peut être estimée en menant des enquêtes régionales auprès des foyers ruraux et urbains à différents revenus, industries ou établissements.

Niveau 3

Pour la résolution requise au modèle de niveau 3, les données correspondant à l'extraction de bois de chauffage tirées d'études nationales devront être utilisées, et comprendre l'extraction de bois de chauffage non commerciale. L'extraction de bois de chauffage devra être liée aux types de forêts et régions.

Des enquêtes permettront de prendre en compte différentes méthodes d'extraction de bois de chauffage sur les *terres forestières restant terres forestières* à niveau régional ou désagrégé. La source de bois de chauffage devra être identifiée pour éviter tout double comptage.

Perturbations

Le site web suivant propose une base de données sur les taux et les impacts des perturbations naturelles par type de perturbation, pour tous les pays européens (Schelhaas *et al.*, 2001) : <http://www.efi.fi/>

En outre, le PNUE propose une base de données sur les superficies brûlées mondialement à l'adresse : <http://www.grid.unep.ch/>

Il faut toutefois noter que la base de données du PNUE n'est valable que pour l'année 2000. Dans de nombreux pays la variabilité interannuelle des superficies brûlées est grande ; les chiffres du PNUE ne pourront pas servir de moyenne représentative. De nombreux pays ont leurs propres statistiques sur les perturbations, par exemple Stocks *et al.* (2002) qui peut être utilisé aux approches de niveau 2 ou 3 (Kurz et Apps, 2006).

D'autres données sur les perturbations pourront être trouvées dans le FRA2005 (FAO, 2005).

4.2.1.4 ÉTAPES DE CALCUL DE NIVEAU 1

Un résumé des étapes d'estimation des variations des stocks de carbone de la biomasse (ΔC_B) à l'aide des méthodes par défaut est fourni ici :

Étape 1 : À l'aide des recommandations du chapitre 3 (approches à la représentation des superficies de terres), catégoriser les superficies (S) de *terres forestières restant terres forestières* en types de forêts dans différentes zones climatiques ou écologiques, en fonction des choix effectués par le pays. À des fins de comparaison, on pourra se référer à l'annexe 3A.1 du *GPG-LULUCF* (GIEC, 2003) pour obtenir des données nationales sur les superficies forestières et les variations annuelles des forêts par région et par pays. Sinon, la FAO fournit également de temps en temps des données sur les superficies ;

Étape 2 : Estimer les gains annuels de biomasse dans les *terres forestières restant terres forestières* (ΔC_G) à l'aide des estimations des superficies et de la croissance de la biomasse, pour chaque type de forêt et zone climatique du pays disponible, à l'aide des équations 2.9 et 2.10 du chapitre 2 ;

Étape 3 : Estimer les pertes annuelles de carbone imputables à l'extraction de bois ($P_{\text{extraction de bois}}$) à l'aide de l'équation 2.12 du chapitre 2 ;

Étape 4 : Estimer les pertes annuelles de carbone imputables à l'extraction de bois de chauffage ($P_{\text{bois de chauffage}}$) à l'aide de l'équation 2.13 du chapitre 2 ;

Étape 5 : Estimer les pertes annuelles de carbone imputables aux perturbations ($P_{\text{perturbations}}$) à l'aide de l'équation 2.14 du chapitre 2, et éviter les doubles comptages de pertes déjà comptabilisées en tant qu'extraction de bois et de bois de chauffage ;

Étape 6 : À partir des pertes estimées aux étapes 3 à 5, estimer la diminution annuelle des stocks de carbone due aux pertes de biomasse (ΔC_p) à l'aide de l'équation 2.11 du chapitre 2 ;

Étape 7 : Estimer les variations annuelles des stocks de carbone de la biomasse (ΔC_B) à l'aide de l'équation 2.7 du chapitre 2.

Exemple. L'exemple suivant présente le calcul des variations annuelles des stocks de carbone de la biomasse (ΔC_B) à l'aide de la méthode gains-pertes (niveau 1) et en utilisant l'équation 2.7 du chapitre 2 ($\Delta C_B = (\Delta C_G - \Delta C_P)$), pour un pays hypothétique d'une zone forestière tempérée continentale européenne (tableau 4.1, section 4.5):

- la superficie de *terres forestières restant terres forestières* (S) du pays est de 100 000 ha (voir au chapitre 3 la catégorisation des superficies) ;
- on a une forêt de pins âgée de 25 ans, dont le volume de stock en croissance aérien moyen est de $40 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$;
- les récoltes de bois rond commercialisable sur écorce (H) sont de $1\,000 \text{ m}^3 \text{ an}^{-1}$;
- l'extraction de bois de chauffage d'arbres entiers (FG_{arbres}) est de $500 \text{ m}^3 \text{ an}^{-1}$;
- les superficies affectées par des perturbations parasitaires sont de $2\,000 \text{ ha an}^{-1}$ avec une biomasse aérienne affectée de $4,0 \text{ tonne m.s. ha}^{-1}$.

Les gains annuels de biomasse (ΔC_G) sont le produit de l'accroissement de biomasse annuel moyen (C_{ce_TOTAL}), de la superficie de terres (S) et de la fraction de carbone de la matière sèche (FC) ; équation 2.9 au chapitre 2 ($\Delta C_G = \sum_{ij} (S \bullet C_{ce_TOTAL} \bullet FC)$). C_{ce_TOTAL} est calculé à l'aide de l'équation 2.10 du chapitre 2, pour des valeurs données de croissance annuelle de la biomasse aérienne (Cce), le taux de biomasse souterraine par rapport à la biomasse aérienne (Tx) et les données par défaut des tableaux de la section 4.5.

Pour le pays hypothétique,

$$C_{ce} = 4,0 \text{ tonnes m.s. ha}^{-1} \text{ an}^{-1} \text{ (tableau 4.9) ;}$$

$$Tx = 0,29 \text{ tonne m.s. (tonne m.s.)}^{-1} \text{ pour la biomasse aérienne de } 50 \text{ à } 150 \text{ t ha}^{-1} \text{ (tableau 4.4, pour la biomasse aérienne voir le tableau 4.7) ;}$$

$$C_{ce_TOTAL} = 4,0 \text{ tonnes m.s. ha}^{-1} \text{ an}^{-1} \bullet (1 + 0,29) = 5,16 \text{ tonnes m.s. ha}^{-1} \text{ an}^{-1} \text{ (équation 2.10) ; et}$$

$$FC = 0,47 \text{ tonne C (tonne m.s.)}^{-1} \text{ (tableau 4.3).}$$

$$\text{En conséquence, (équation 2.9) : } \Delta C_G = 100\,000 \text{ ha} \bullet 5,16 \text{ tonnes m.s. ha}^{-1} \text{ an}^{-1} \bullet 0,47 \text{ tonne C (tonne m.s.)}^{-1} = 242\,520 \text{ tonnes C an}^{-1}.$$

Les pertes de biomasse (ΔC_P) sont la somme des pertes annuelles dues à l'extraction de bois ($P_{\text{extraction de bois}}$), à la collecte de bois de chauffage ($P_{\text{bois de chauffage}}$) et aux perturbations ($P_{\text{perturbations}}$), équation 2.11 au chapitre 2.

L'*extraction de bois* ($P_{\text{extraction de bois}}$) est calculée à partir de l'équation 2.12 du chapitre 2, bois rond commercialisable sur écorce (H), facteur d'expansion et de conversion de la biomasse ($FECB_E$), fraction d'écorce dans le bois récolté ($F_{\text{écorce}}$), taux de biomasse souterraine par rapport à la biomasse aérienne (Tx), fraction de carbone de la matière sèche (FC) et tableaux par défaut de la section 4.5.

Pour le pays hypothétique,

$$FECB_E: = 1,11 \text{ tonnes m.s. m}^{-3} \text{ (tableau 4.5 et utilisation du volume de stock en croissance } 40 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}) ;$$

$$F_{\text{écorce}} = 0,1 \text{ tonne m.s. (tonne m.s.)}^{-1}. Tx = 0,29 \text{ tonne m.s. (tonne m.s.)}^{-1} \text{ pour la biomasse aérienne de } 50 \text{ à } 150 \text{ t ha}^{-1} \text{ (tableau 4.4, pour la biomasse aérienne voir le tableau 4.7) ; et}$$

$$FC = 0,47 \text{ tonne C (tonne m.s.)}^{-1} \text{ (tableau 4.3).}$$

$$LP_{\text{extraction de bois}} = 1\,000 \text{ m}^3 \text{ an}^{-1} \bullet 1,11 \text{ tonnes m.s. m}^{-3} (1 + 0,29 + 0,1) \bullet 0,47 \text{ tonne C (tonne m.s.)}^{-1} \\ = 725,16 \text{ tonnes C an}^{-1} \text{ (équation 2.12).}$$

L'*extraction de bois de chauffage* ($P_{\text{bois de chauffage}}$) est calculée à partir de l'équation 2.13 du chapitre 2, extraction de bois sur arbres complets (FG_{arbres}), facteur d'expansion et de conversion de la biomasse ($FECB_E$), taux de biomasse souterraine par rapport à la biomasse aérienne (Tx), fraction de carbone de la matière sèche (FC) et tableaux par défaut de la section 4.5.

Pour le pays hypothétique,

FECB_E: = 1,11 tonnes m.s. m⁻³ (tableau 4.5 et utilisation du volume de stock en croissance 40 m³ ha⁻¹);

Tx = 0,29 tonne m.s. (tonne m.s.)⁻¹ pour la biomasse aérienne de 50 à 150 t ha⁻¹ (tableau 4.4, pour la biomasse aérienne voir le tableau 4.7); et

FC = 0,47 tonne C (tonne m.s.)⁻¹ (tableau 4.3).

$P_{\text{bois de chauffage}} = 500 \text{ m}^3 \text{ an}^{-1} \bullet 0,75 \text{ tonnes m.s. m}^{-3} (1 + 0,29) \bullet 0,47 \text{ tonne C (tonne m.s.)}^{-1}$
 = 336,50 tonnes C an⁻¹ (équation 2.13).

Les pertes annuelles de carbone de la biomasse dues aux perturbations ($P_{\text{perturbations}}$) sont calculées à l'aide de l'équation 2.14 du chapitre 2, superficie affectée par les perturbations ($S_{\text{perturbations}}$), biomasse aérienne moyenne affectée (B_w), taux de biomasse souterraine par rapport à la biomasse aérienne (Tx), fraction de carbone de la matière sèche (FC), fraction de biomasse perdue à cause de la perturbation (fp) et tableaux par défaut de la section 4.5. Pour le pays hypothétique,

Tx = 0,29 tonne m.s. (tonne m.s.)⁻¹ pour la biomasse aérienne de 50 à 150 t ha⁻¹ (tableau 4.4, pour la biomasse aérienne voir le tableau 4.7);

FC = 0,47 tonne C (tonne m.s.)⁻¹ (tableau 4.3); et fp = 0,3

$P_{\text{perturbations}} = 2\,000 \text{ ha an}^{-1} \bullet 4,0 \text{ tonnes m.s. ha}^{-1} (1 + 0,29) \bullet 0,47 \text{ tonne C (tonne m.s.)}^{-1} \bullet 0,3$
 = 1 455,12 tonnes C an⁻¹ (équation 2.14)

Diminution annuelle des stocks de carbone due aux pertes de biomasse (ΔC_p),

$\Delta C_p = 72,16 \text{ tonnes C an}^{-1} + 336,50 \text{ tonnes C an}^{-1} + 1\,455,12 \text{ tonnes C an}^{-1}$
 = 2 516,78 tonnes C an⁻¹ (équation 2.11)

Variations annuelles des stocks de carbone de la biomasse (ΔC_B)

En utilisant le chapitre 2, équation 2.7 ($\Delta C_B = (\Delta C_G - \Delta C_p)$), on obtient :

$\Delta C_B = 242\,520 \text{ tonnes C an}^{-1} - 2\,516,78 \text{ tonnes C an}^{-1} = 240\,003,22 \text{ tonnes C an}^{-1}$

4.2.1.5 ÉVALUATION DES INCERTITUDES

La présente section évoque les incertitudes par source relatives aux estimations des inventaires effectués pour les *terres forestières restant terres forestières*. L'estimation de valeurs spécifiques au pays et/ou désagrégées requiert des informations plus exactes sur l'incertitude que celles qui sont fournies plus bas. Le chapitre 3 du volume 1 fournit des informations sur les incertitudes associées aux études basées sur des échantillons. Il existe peu d'estimations publiées des incertitudes des facteurs d'émissions et données sur les activités.

Facteurs d'émissions et d'absorptions

La FAO (2006) fournit des estimations de l'incertitude pour les facteurs du carbone des forêts, la densité ligneuse de base (10 à 40 %), l'accroissement annuel des forêts gérées des pays industrialisés (6 %), le stock en croissance (pays industrialisés 8 %, pays non industrialisés 30 %), les pertes naturelles combinées pour les pays industrialisés (15 %), l'extraction de bois et de bois de chauffage (pays industrialisés 20 %).

Dans des études de Hakkila (1968, 1979) en Finlande, l'incertitude relative à la densité ligneuse de base des pins, épicéas et bouleaux est inférieure à 20 %. La variabilité entre les peuplements forestiers devrait être plus faible ou, au maximum, égale à celle des arbres. En Finlande, l'incertitude des facteurs d'expansion de la biomasse pour les pins, épicéas et bouleaux était de l'ordre de 10 % (Lehtonen *et al.*, 2003).

Sur huit parcelles d'inventaire de forêts tropicales amazoniennes, des erreurs de mesures combinées entraînaient un taux d'erreur de 10 à 30 % dans les estimations des modifications de la surface terrestre sur des périodes de moins de 10 ans (Phillips *et al.*, 2002).

Les principales sources d'incertitude relatives à la densité ligneuse et aux facteurs d'expansion de la biomasse sont l'âge du peuplement, la composition des espèces et la structure. Pour réduire les incertitudes, on encourage les pays à développer des facteurs d'expansion de la biomasse et des FECB spécifiques (au niveau du pays ou de la région), qui correspondent à leurs conditions. Si l'on ne dispose pas de valeurs spécifiques au pays ou à la région, les sources des paramètres par défaut devront être vérifiées et leur correspondance aux conditions spécifiques du pays devra être examinée.

Les causes des variations de l'accroissement annuel incluent le climat, les conditions de croissance du site et la fertilité des sols. Les peuplements gérés et régénérés artificiellement sont moins variables que les forêts naturelles. Pour améliorer l'exactitude des estimations, la principale technique sera d'appliquer des accroissements spécifiques au pays ou à la région, stratifiés par type de forêts. Si les valeurs d'accroissement par défaut sont utilisées, l'incertitude des estimations devra être clairement indiquée et documentée. Aux approches de niveau 3, on pourra utiliser des courbes de croissances stratifiées par espèces, zones écologiques, productivité du site et intensité de l'exploitation. De telles approches sont souvent utilisées dans des modèles de planification des fournitures en bois d'œuvre ; ce type d'information peut être incorporé dans les modèles de comptabilisation du carbone (voir par exemple Kurz *et al.*, 2002).

Les données disponibles sur l'abattage commercial sont relativement exactes, même si elles pourront être incomplètes ou entachées de biais en raison des abattages illicites et des sous-notifications pour motifs fiscaux. Le bois traditionnellement rassemblé et utilisé directement, sans être vendu, sera probablement absent de toute statistique. Les pays devront donc faire particulièrement attention à ces questions. La quantité de bois extrait des forêts après une tempête ou une invasion d'insectes varie à la fois en temps et en volume. On ne peut fournir aucune donnée par défaut sur ce type de pertes. Les incertitudes associées à ces pertes peuvent être estimées à partir de la quantité de bois abîmé directement extraite des forêts, ou en utilisant des données sur le bois abîmé utilisé ensuite à des fins commerciales ou autres. Si la collecte de bois de chauffage a été mise dans une catégorie séparée des abattages, les incertitudes correspondant pourront être élevées, en raison des fortes incertitudes associées à la collecte traditionnelle.

Données sur les activités

Les données relatives aux superficies devront être obtenues en suivant les recommandations du chapitre 3 ou auprès de la FAO (2000). Pour les pays industrialisés, on a une incertitude relative aux estimations des superficies forestières d'environ 3 % (FAO, 2000).

4.2.2 Matière organique morte

La description générale des méthodes d'estimation des variations des stocks de carbone des pools de matière organique morte (MOM, litière et bois mort) a été donnée au chapitre 2.

La présente section propose des méthodes d'estimation des variations des stocks de carbone des pools de matière organique morte pour les *terres forestières restant terres forestières*. Les méthodes de niveau 1 émettent l'hypothèse selon laquelle les variations nettes des stocks de carbone dans les pools de MOM sont nulles parce que les équations simples d'entrées et de sorties utilisées aux méthodes de niveau 1 ne permettent pas de capturer la dynamique des pools de MOM. Les pays souhaitant quantifier la dynamique de la MOM devront élaborer des méthodologies de niveau 2 ou 3. Les pays où la MOM est une catégorie clé devront adopter des niveaux plus élevés et estimer les variations de la MOM.

Le pool de bois mort (BM) contient des débris ligneux grossiers, des racines grossières mortes, des arbres morts sur pied et autre matériel mort ne rentrant pas dans les pools de carbone de la litière ou des sols. De nombreux problèmes pratiques se posent lors de l'estimation de la taille et de la dynamique des pools de bois mort, notamment par rapport aux mesures sur le terrain. Les incertitudes relatives aux estimations du taux de transfert du pool de BM vers les pools de litière et des sols, et des émissions vers l'atmosphère, sont généralement élevées. La quantité de bois mort est très variable entre les peuplements, à la fois sur les terres gérées (Duvall et Grigal, 1999 ; Chojnacky et Heath, 2002) et non gérées (Spies *et al.*, 1988). La quantité de bois mort dépend du temps écoulé depuis la dernière perturbation, du type de perturbation, des pertes dues à la perturbation, de la quantité d'entrée de biomasse (mortalité) au moment de la perturbation (Spies *et al.*, 1988), du taux de mortalité naturelle, du taux de décomposition, et de la gestion (Harmon *et al.*, 1986).

On peut estimer le taux d'accumulation de litière net à l'aide de la méthode de différence des stocks ou de la méthode gains-pertes. Pour cette dernière, il faudra estimer l'équilibre de la quantité annuelle de chute de litière (y compris toutes les feuilles, brindilles et petites branches, fruits, fleurs, racines, et écorce) moins le taux annuel de décomposition de la litière. En outre, les perturbations peuvent ajouter ou ôter du carbone du pool de litière, et influencent donc la taille et la composition du pool de litière. La dynamique de la litière au début du développement du peuplement dépend du type et de l'intensité de la dernière perturbation. Lorsque la perturbation a transféré de la biomasse vers des pools de MOM (destruction par le vent ou les insectes, par exemple), les pools de litière pourront diminuer jusqu'à ce que les pertes soient compensées par des entrées de litière. Lorsque la perturbation a ôté de la litière (par un feu sauvage, par exemple), les pools de litière pourront augmenter au début du développement du peuplement, si l'entrée de litière est supérieure à la décomposition. L'exploitation, comme la récolte de bois d'œuvre, le brûlage des rémanents et la préparation des sites, altère les propriétés de la litière (Fisher et Binkley, 2000), mais peu d'études existent précisément sur les impacts de l'exploitation sur le carbone de la litière (Smith et Heath, 2002).

4.2.2.1 CHOIX DE LA METHODE

Le diagramme décisionnel présenté à la figure 2.3 du chapitre 2 fournit des recommandations sur la sélection du niveau approprié pour la procédure d'estimation. Le choix de la méthode est présenté en commun pour le bois mort et la litière car les équations sont les mêmes ; toutefois les estimations sont calculées séparément pour chacun des deux pools.

Pour estimer les variations des stocks de carbone des pools de MOM, il faut d'abord estimer les variations des stocks de carbone des pools de bois mort et de litière (voir équation 2.17 au chapitre 2).

Niveau 1

À la méthode de niveau 1, on suppose que les stocks de bois mort et de litière sont à l'équilibre ; en conséquence les variations des stocks de carbone des pools de MOM sont supposées être nulles. On encourage les pays dans lesquels les régimes d'exploitation forestière, les perturbations et les types de forêts varient beaucoup à agréger les données nationales afin d'estimer l'impact de ces variations à l'aide des méthodologies de niveau 2 ou 3 et d'utiliser ces estimations pour l'établissement de leurs rapports sur les variations des stocks et les émissions sans CO₂.

Niveaux 2 et 3

Deux méthodes principales sont disponibles pour l'estimation des variations des stocks de carbone du bois mort et de la litière. Des méthodes similaires existent pour l'estimation des variations des stocks de carbone de la biomasse, et le choix de la méthode d'estimation des variations de la MOM peut être affecté par le choix de la méthode d'estimation des variations des stocks de carbone de la biomasse.

Méthode gains-pertes : Pour estimer les variations des stocks sur une période de temps définie, la méthode gains-pertes utilise le bilan massique des entrées et sorties des pools de bois mort et de litière. Pour ce faire, il faut estimer la superficie de *terres forestières gérées restant terres forestières gérées* et le transfert annuel moyen de stock de carbone vers les pools de bois mort et de litière et en provenance de ceux-ci (équation 2.18 au chapitre 2). Pour réduire les incertitudes, on pourra stratifier plus avant la superficie de la catégorie *terres forestières restant terres forestières*, par climat ou zone écologique, et classifier par type de forêt, productivité, régime de perturbations ou autres facteurs affectant la dynamique du carbone du bois mort et de la litière. Pour estimer l'équilibre net, il faut calculer les transferts annuels par hectare dus à la mortalité des tiges, à la chute de litière et à la régénération, vers les pools de bois mort et de litière, et les pertes dues à la décomposition. En outre, pour les superficies soumises à des activités d'exploitation ou des perturbations naturelles, le bois mort et la litière seront ajoutés sous forme de résidus de biomasse, et seront transférés *via* les récoltes (récupération des arbres morts sur pied), le brûlage ou d'autres mécanismes.

Selon les *bonnes pratiques*, la stratification des terres forestières adoptée pour la MOM doit être identique à celle employée pour l'estimation des variations des stocks de carbone de la biomasse (section 4.2.1).

Méthode de différence des stocks : Avec cette méthode, il faut estimer la superficie de *terres forestières gérées restant terres forestières gérées*, en déterminant les stocks de carbone du bois mort et de la litière à deux points temporels différents et en calculant la différence entre les deux estimations des stocks de carbone (équation 2.19 au chapitre 2). Les variations annuelles des stocks de carbone pour l'année d'inventaire sont obtenues en divisant les variations des stocks de carbone par la période (années) entre les deux mesures. La méthode 2 ne peut être choisie que par les pays qui ont des inventaires forestiers basés sur des parcelles échantillons. Pour calculer les variations des stocks de carbone en tant que différence entre les stocks de carbone à deux points temporels différents, il faut utiliser une superficie identique au point temporel t_1 et au point temporel t_2 , afin que les stocks de carbone indiqués dans les rapports ne soient pas le résultat de changements de superficies.

Les deux options aux méthodes de niveaux 2 et 3 requièrent de multiples données, mesures sur le terrain et modèles de mise en place. Ces modèles peuvent utiliser les connaissances et les informations rassemblées pour la simulation de la dynamique des forêts lors du processus de planification des fournitures en bois d'œuvre (par exemple Kurz *et al.*, 2002, et Kurz et Apps, 2006).

4.2.2.2 CHOIX DES FACTEURS D'EMISSIONS/ABSORPTIONS

Niveau 1

On suppose par défaut que les stocks de carbone des pools de MOM des *terres forestières restant terres forestières* sont stables. On suppose que les émissions de dioxyde de carbone imputables aux pools de bois mort et de litière lors de feux sauvages sont nulles, et l'accumulation de carbone dans les pools de bois mort et de litière lors de la repousse est également omise. Les émissions sans CO₂ dues aux feux sauvages, notamment le CH₄ et le CO, sont estimées au niveau 1.

Niveaux 2 et 3

Le paramètre f_{BLol} représente la fraction de biomasse totale laissée à l'abandon sur le sol. Voir chapitre 2, équation 2.20. La résolution et l'exactitude du carbone transféré correspondra aux facteurs d'expansion appliqués lors du calcul des pertes.

Au niveau 2, l'estimation de f_{BLol} requiert que le pays dispose de données nationales sur les proportions moyennes de carbone restant après les perturbations. Si les données nationales sont incomplètes, le chapitre 2 propose deux tableaux :

- Valeurs par défaut du facteur de combustion à utiliser en tant que $(1 - f_{BL})$ au cas où le pays dispose de données fiables sur les stocks de biomasse en croissance ; auquel cas on utilise la proportion de carbone perdue ; voir tableau 2.6 ;
- Valeurs par défaut de l'extraction de biomasse à utiliser en tant que $[M_B \cdot (1 - f_{BL})]$ au cas où les données sur les stocks de biomasse en croissance ne sont pas fiables. M_B représente la masse de combustible disponible à la combustion (voir tableau 2.4 et équation 2.27 au chapitre 2).

Les valeurs spécifiques au pays relatives au transfert du carbone des arbres vivants récoltés vers les résidus de récoltes peuvent être dérivées à partir des facteurs d'expansion nationaux, en prenant en compte le type de forêt (conifères/feuillus/mixte), le taux d'utilisation de la biomasse, les pratiques de récoltes et la quantité d'arbres abîmés lors des récoltes. Les récoltes et les perturbations naturelles sont des facteurs qui ajoutent de la biomasse aux pools de bois mort et de litière. *A contrario*, d'autres pratiques d'exploitation (comme le brûlage de résidus de récoltes) et les feux sauvages extraient du carbone des pools de bois mort et de litière. Si l'on connaît la superficie soumise à chaque pratique d'exploitation et le type de forêt affecté par les perturbations, on pourra utiliser des matrices de perturbation (voir chapitre 2, tableau 2.1 ; Kurz *et al.*, 1992) pour définir pour chaque type de perturbation la proportion de pool de carbone de la biomasse, de la matière organique morte et des sols qui est transférée à d'autres pools, à l'atmosphère, ou extraite de la forêt lors de la récolte.

Au niveau 3, l'estimation de f_{BLol} nécessite des connaissances plus précises de la proportion d'émissions rapides imputables à des perturbations comme le feu ou des tempêtes de vent. Les données devront être obtenues en faisant des mesures sur le terrain ou en étudiant des perturbations similaires. Des matrices de perturbations (voir chapitre 2, tableau 2.1) ont été créées afin de définir la proportion de biomasse (et tout autre pool de carbone) transférée à d'autres pools de carbone, relâchée dans l'atmosphère ou transférée à des produits ligneux récoltés, par type de perturbation (Kurz *et al.*, 1992). Les matrices de perturbations permettent de conserver le carbone lors de l'estimation des conséquences immédiates des récoltes ou des perturbations sur le carbone de l'écosystème.

Les méthodes de niveau 3 se basent sur des modèles d'estimation du carbone des forêts plus complexes, qui suivent les taux d'entrées et de sorties des pools de matière organique morte par type de forêt, productivité, et classe d'âge. Si l'on dispose d'inventaires forestiers complets, qui incluent des mesures recoupées des pools de matière organique morte, on pourra également estimer les variations des stocks de carbone à l'aide de la méthode de différence des stocks décrite à l'équation 2.19 du chapitre 2. Conformément aux *bonnes pratiques*, les approches basées sur des inventaires contenant des échantillonnages périodiques devront suivre les principes décrits au chapitre 3, annexe 3A.3. Les approches basées sur des inventaires peuvent être agrémentées de modèles permettant de capturer la dynamique des tous les pools de carbone des forêts. Grâce aux méthodes de niveau 3, les estimations sont plus sûres qu'aux niveaux plus bas, et le lien entre la dynamique de la biomasse et des pools de carbone de la matière organique morte est plus serré. Lors de la préparation des budgets de carbone du bois mort et de la litière, d'autres paramètres à prendre en compte sont les taux de décomposition, qui peuvent varier en fonction du type de forêt et des conditions climatiques, mais aussi des pratiques d'exploitation forestière (par exemple, brûlage contrôlé diffus ou élagage ou autres formes de récoltes partielles).

4.2.2.3 CHOIX DES DONNEES SUR LES ACTIVITES

Les pays utilisant une méthode de niveau 1 ne requièrent aucune donnée d'activité pour estimer les variations des stocks de carbone de la MOM sur les *terres forestières restant terres forestières*.

Les pays ayant choisi des niveaux plus élevés auront besoin des données sur les activités correspondant aux superficies de *terres forestières restant terres forestières*, classifiées par grands types de forêts, pratiques d'exploitation et régimes de perturbations. La superficie forestière totale et toutes les autres données sur les activités devront correspondre à celles qui ont été notifiées dans d'autres sections du présent chapitre, notamment la section sur la biomasse des *terres forestières restant terres forestières* (section 4.2.1). Les données sur les activités spécifiques au pays sur les superficies affectées tous les ans par des récoltes ou des perturbations peuvent être obtenues *via* des programmes de surveillance nationaux. Si l'on dispose également de données sur les sols et les climats, d'inventaires sur la végétation et d'autres données géophysiques, l'évaluation des variations des stocks de carbone dans la MOM sera grandement facilitée.

Les sources de données varieront en fonction du système de gestion forestière de chaque pays. Les données peuvent par exemple être rassemblées auprès d'entreprises ou de exploitants individuels, d'organismes de régulation et d'agences gouvernementales responsables des inventaires forestiers et de la gestion des forêts, ou d'instituts de recherche. Les formats des données seront très divers, par exemple on aura des rapports d'activités soumis à intervalles réguliers *via* des programmes d'incitation ou conformément à la loi ; des inventaires sur la gestion des forêts et des programmes de surveillance utilisant des images télédéteectées (Wulder *et al.*, 2004).

4.2.2.4 ÉTAPES DE CALCUL DE NIVEAU 1

Il n'est pas pertinent de fournir des recommandations sur les étapes de calcul, puisqu'au niveau 1, on suppose qu'il n'y a eu aucun changement dans la MOM des *terres forestières restant terres forestières*.

4.2.2.5 ÉVALUATION DES INCERTITUDES

Par définition, le niveau 1 suppose que les stocks de carbone sont stables ; il serait donc inapproprié de faire une analyse des incertitudes formelle. Mais en réalité, cette hypothèse n'est presque jamais vraie au niveau du peuplement ou même plus généralement ; toutefois le taux d'erreur en découlant peut rester relativement faible pour un paysage de forêts, car les augmentations de certains peuplements peuvent s'équilibrer avec des diminutions d'autres peuplements, mais pour le paysage entier ou le pays entier, les pools de matière organique morte peuvent soit augmenter soit diminuer. Comprendre les types de changements qui ont lieu dans les forêts d'un pays peut permettre d'avoir une idée de la qualité des évolutions des variations des pools de matière organique morte. Par exemple, dans certains pays les stocks de biomasse en croissance sont en augmentation parce que les pertes dues aux récoltes et aux perturbations sont plus faibles que l'augmentation de la croissance. En outre, les pools de matière organique morte peuvent aussi être en augmentation, et ce même si le taux d'augmentation n'est pas connu, à moins qu'on n'utilise une méthode d'estimation de niveau 2 ou 3.

Les pays utilisant des méthodes qui supposent que toutes les pertes de carbone ont lieu dans l'année de la perturbation surestimeront probablement les pertes dues aux perturbations dans les années où le nombre de perturbations dépasse la moyenne, et sous-estimeront les véritables émissions dans les années où les perturbations seront moins élevées que la moyenne. Les pays aux taux de récoltes et de perturbations relativement constants obtiendront probablement, avec cette méthode, des résultats plus proches des véritables variations des stocks de carbone nettes.

Aux méthodes de niveau plus élevé, les pays demanderont l'opinion d'experts pour évaluer l'incertitude des estimations. Puisque dans la plupart des pays, il existe beaucoup plus de données sur les stocks de biomasse que sur les stocks de matière organique morte, on peut raisonnablement affirmer que l'incertitude des estimations des variations des stocks de carbone de la matière organique morte sera plus grande que celle des estimations des variations des stocks de carbone de la biomasse. En outre, les modèles décrivant la dynamique de la biomasse sont généralement plus avancés que les modèles de la dynamique de la matière organique morte.

De nombreux pays ont revu leurs procédures d'inventaires pour refléter l'importance accrue de la compréhension des composantes hors bois d'œuvre des écosystèmes forestiers. On dispose de plus en plus de données sur les stocks de carbone de la matière organique morte et leur dynamique ; en conséquence, les organismes chargés des inventaires seront capables de mieux identifier, quantifier et réduire les incertitudes relatives aux estimations de la matière organique morte dans les années à venir.

4.2.3 Carbone des sols

La présente section présente des procédures et des *bonnes pratiques* d'estimation des variations des stocks de C des sols des forêts. Elle exclut cependant la litière des forêts, qui est un pool de matière organique morte. Des recommandations séparées sont fournies pour deux types de sols forestiers : 1) les sols minéraux des forêts, et 2) les sols organiques des forêts.

La teneur en C organique des sols minéraux des forêts (jusqu'à 1 m de profondeur) varie en général entre 20 à plus de 300 tonnes C ha⁻¹, en fonction du type de forêt et des conditions climatiques (Jobbagy et Jackson, 2000). En général, les sols minéraux des forêts contiennent environ 700 Pg C (Dixon *et al.*, 1994), mais les pools de C organique des sols ne sont pas statiques en raison des différences entre les entrées et les sorties de C dans le temps. Les entrées sont largement déterminées par la productivité de la forêt, la décomposition de la litière et son incorporation dans les sols minéraux et les pertes par minéralisation/respiration en découlant (Pregitzer, 2003). D'autres pertes de C organique des sols sont dues à l'érosion ou à la dissolution du C organique dues à la lixiviation vers la nappe phréatique ou aux pertes vers un flux aérien. Une vaste proportion des entrées provient de la litière aérienne dans les sols des forêts : en conséquence la matière organique des sols a tendance à se

concentrer dans les horizons supérieurs du sol, avec environ la moitié du C organique des sols dans la couche de 30 cm supérieure. Le C contenu dans la partie supérieure est souvent d'une nature la plus décomposable chimiquement, et la plus directement exposée aux perturbations naturelles et anthropiques. La présente section étudie seulement le C des sols et ne traite pas de la litière en décomposition (soit, la matière organique morte, voir section 4.2.2).

Les activités humaines et autres perturbations telles que des changements de types de forêt, la productivité, les taux de décomposition et les perturbations peuvent modifier la dynamique du C des sols forestiers. Différentes activités de gestion forestière, comme la longueur de la rotation, le choix des espèces d'arbres, le drainage, les pratiques de récoltes (arbre entier ou sciage, régénération, coupe partielle ou élagage), les activités de préparation du site (feux contrôlés, scarification des sols), et la fertilisation affectent les stocks de C organique des sols (Harmon et Marks, 2002 ; Liski *et al.*, 2001 ; Johnson et Curtis, 2001). Les pools de C des sols forestiers seront aussi normalement altérés par les changements des régimes de perturbations, notamment en matière d'occurrence de graves feux de forêts, d'invasions parasitaires et autres perturbations entraînant le remplacement des peuplements (Li et Apps, 2002 ; de Groot *et al.*, 2002). En outre, le drainage des peuplements forestiers sur des sols organiques entraîne une réduction des stocks de C des sols.

La section 2.3.3 du chapitre 2 fournit des informations générales et des lignes directrices sur l'estimation des variations des stocks de C des sols : elle est à lire avant d'étudier les lignes directrices spécifiques aux stocks de C des sols forestiers. Les variations des stocks de C des sols associées aux forêts sont estimées à l'aide de l'équation 2.24 du chapitre 2, qui combine les variations des stocks de C organique des sols pour les sols minéraux et organiques, et les variations des stocks des pools de C inorganique des sols (niveau 3 uniquement). La présente section propose des procédures et des *bonnes pratiques* d'estimation des variations des stocks de C organique des sols des forêts (Note : elle exclut cependant la litière des forêts, qui est un pool de matière organique morte.) Des recommandations séparées sont fournies pour deux types de sols forestiers : 1) les sols minéraux des forêts, et 2) les sols organiques des forêts. Une discussion générale du C inorganique des sols se trouve à la section 2.3.3.1 (aucune autre information n'est fournie dans les paragraphes ci-dessous traitant des terres forestières).

Pour estimer les variations des stocks de C des sols associées aux *terres forestières restant terres forestières*, les pays doivent disposer au minimum d'estimations de la superficie totale de terres forestières au début et à la fin de la période d'inventaire, stratifiées par région climatique et type de sol. Si les données relatives aux activités d'affectation et d'exploitation des terres sont limitées, les données sur les activités d'approche 1 (chapitre 3) peuvent être utilisées comme base pour l'approche de niveau 1, mais aux niveaux plus élevés on aura probablement besoin de données plus précises ou de connaissances plus fines chez les experts nationaux au sujet de la distribution approximative des systèmes de gestion des forêts. Les terres forestières doivent être stratifiées en fonction des régions climatiques et des principaux types de sols ; pour cela on peut utiliser des cartes des sols et des climats, et les superposer.

4.2.3.1 CHOIX DE LA METHODE

Pour élaborer les inventaires, les pays ont le choix entre des approches de niveau 1, 2 ou 3, mais ils peuvent également choisir d'utiliser différents niveaux pour les sols organiques et minéraux. Au chapitre 2, des diagrammes décisionnels sont proposés pour les sols minéraux (figure 2.4) et les sols organiques (figure 2.5) afin d'aider les compilateurs d'inventaires à sélectionner le niveau approprié pour l'inventaire du C des sols de leur pays.

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 généraliser à ce sujet.

Niveau 1

En raison du caractère incomplet des connaissances scientifiques et l'incertitude qui en résulte, la méthode de niveau 1 suppose que les stocks de C des sols forestiers ne varient pas en fonction des pratiques d'exploitation. De plus, avec des données sur les activités d'approches 2 ou 3 (voir chapitre 3), il n'est pas nécessaire de calculer les variations des stocks de C pour les sols minéraux (en d'autres termes, les variations des stocks de COS sont nulles).

Si le compilateur d'inventaire utilise des données sur les activités rassemblées à l'aide de l'approche 1 (voir chapitre 3), et s'il est impossible d'identifier la quantité de terres converties *en* terres forestières et *depuis* cette catégorie, il faudra alors estimer les stocks de C des sols des terres forestières à l'aide des superficies au début et à la fin de l'année d'inventaire, et la différence permettra d'estimer les gains ou pertes de terres forestières. Les variations des stocks de C des sols pour les terres forestières sont additionnées aux variations des stocks d'autres terres pour estimer l'influence des changements d'affectation des terres. Si le compilateur ne calcule pas le stock des terres forestières, il y aura certainement des erreurs systématiques dans l'inventaire. Par exemple, les terres converties de terres forestières en terres cultivées ou en prairies présenteront une estimation du stock de C des sols à la dernière année d'inventaire, mais n'auront pas de stock au cours de la première année d'inventaire (lorsqu'elles étaient des forêts). En conséquence, la conversion en terres cultivées ou prairies est considérée comme un gain de C des sols parce qu'on suppose que les stocks de C des sols sont nuls sur les terres forestières, mais pas sur les terres cultivées et les prairies. De cette manière, un biais serait introduit dans l'estimation de l'inventaire. Le COS_0 et COS_{0-T} sont estimés pour les 30 cm supérieurs du profil du sol à l'aide de l'équation 2.25 (chapitre 2). À noter que les superficies de roches exposées dans les terres forestières ne sont pas incluses dans le calcul des stocks de C des sols (hypothèse d'un stock nul).

Niveau 2

À l'aide de l'équation 2.25 (chapitre 2), on calcule les stocks de C organique des sols en fonction de stocks de C des sols de référence et de facteurs de variation des stocks spécifiques au pays par type de forêt (F_I), de gestion ($F_{Gestion}$) et régimes de perturbations naturelles (F_{PN}). À noter que le facteur de variation des stocks pour les régimes de perturbations naturelles (F_{PN}) se substitue au facteur d'affectation des terres (F_{AFT}) à l'équation 2.25. En outre, toute information spécifique au pays permettant de mieux spécifier les stocks de C de référence, les régions climatiques, les types de sols et/ou le système de classification de l'exploitation des terres pourra être incorporée.

Niveau 3

Aux approches de niveau 3, il faudra disposer de connaissances et de données considérables pour l'élaboration d'une méthodologie d'estimation nationale complète et exacte, permettant d'évaluer les résultats des modèles et de mettre en place un programme de surveillance national et/ou un outil de modélisation. Les éléments minimums suivants seront nécessaires à la mise en place d'une approche spécifique au pays (adapté de Webbnat Land Resource Services Pty Ltd, 1999) :

- Stratification par zones climatiques, principaux types de forêts et régimes de gestion, correspondant à la classification utilisée pour d'autres pools de C de l'inventaire, notamment la biomasse ;
- Détermination des types de sols dominants pour chaque strate ;
- Caractérisation des pools de C des sols correspondant, identification des processus déterminants pour les taux d'entrées et de sorties du COS, et des conditions dans lesquelles ces processus ont lieu ; et
- Détermination et mise en place de méthodes adaptées d'estimation des variations des stocks de carbone des sols forestiers pour chaque strate sur une base opérationnelle, y compris procédures d'évaluation des modèles ; les considérations méthodologiques doivent inclure la combinaison d'activités de surveillance – par exemple, des inventaires répétés des forêts – et des études des modèles, et l'établissement de sites de référence. D'autres recommandations sur les *bonnes pratiques* en matière de surveillance des sols se trouvent dans des publications scientifiques (Kimble *et al.*, 2003 ; Lal *et al.*, 2001 ; McKenzie *et al.*, 2000). Conformément aux *bonnes pratiques*, les modèles élaborés ou adaptés à cet effet devront être vérifiés par des spécialistes et validés avec des observations se référant aux écosystèmes étudiés et indépendamment des données de calibrage.

Sols organiques

Niveau 1

En raison des données limitées et des lacunes au niveau des connaissances, il n'est actuellement pas possible d'élaborer de méthodologie plus fine par défaut ; en conséquence seules les émissions de C dues au drainage des sols organiques des forêts sont prises en compte aux méthodes de niveau 1. À l'aide de l'équation 2.26 (chapitre 2), les sols organiques drainés des forêts sont stratifiés par types de climat, puis multipliés par un facteur d'émission spécifique au climat afin d'en dériver une estimation des émissions de C annuelles. Pour identifier les changements d'affectations des terres, les superficies converties en terres forestières peuvent être incluses dans l'estimation totale des superficies avec la représentation des terres d'approche 1, sans données supplémentaires.

Niveau 2

Au niveau 2, la même équation de base est utilisée qu'au niveau 1 (équation 2.26), mais les informations spécifiques au pays sont incorporées afin de mieux spécifier les facteurs d'émissions, les régions climatiques et/ou d'élaborer un programme de classification des forêts correspondant aux sols organiques.

Niveau 3

Les méthodologies de niveau 3 impliquent d'estimer les émissions de CO₂ associées à la gestion des sols organiques forestiers, y compris toutes les activités anthropiques pouvant altérer le régime hydrologique, la température de surface et la composition de la végétation des sols organiques forestiers ; ainsi que les grandes perturbations comme le feu.

4.2.3.2 CHOIX DES FACTEURS D'ÉMISSIONS ET DE VARIATIONS DES STOCKS

Sols minéraux**Niveau 1**

Avec les données sur les activités d'approches 2 ou 3, il n'est pas nécessaire de calculer les estimations des stocks pour les *terres forestières restant terres forestières* (voir chapitre 3). Mais avec les données sur les activités d'approche 1, les facteurs de variation des stocks, y compris les entrées, les régimes de perturbations et de gestion, sont égaux à 1 à l'approche de niveau 1. En conséquence, seuls les stocks de C de référence sont nécessaires avant d'appliquer la méthode. Ceux-ci figurent au tableau 2.3 du chapitre 2.

Niveau 2

À l'approche de niveau 2, les facteurs de variation des stocks sont dérivés en fonction du programme de classification spécifique au pays pour la gestion, les types de forêts et les perturbations naturelles. À l'approche 2, il faudra aussi inclure la dérivation des stocks de C de référence spécifiques au pays, et une classification plus précise des climats et des sols que celle des catégories par défaut fournies avec la méthode de niveau 1.

Conformément aux *bonnes pratiques*, il faudra se concentrer sur les facteurs dont l'impact général est le plus important, en prenant en compte les impacts sur le COS des forêts et l'étendue des forêts affectées. Les pratiques d'exploitation peuvent être grossièrement séparées en exploitation intensive (foresterie de plantation, par exemple), ou extensive (forêts naturelles, par exemple). Ces catégories peuvent être redéfinies en fonction des circonstances nationales. En général, le développement des facteurs de variation des stocks se fera par des études importantes sur des sites expérimentaux et des parcelles échantillons, via des comparaisons de sites répétées (Johnson *et al.*, 2002 ; Olsson *et al.*, 1996 ; voir aussi les articles de Johnson et Curtis, 2001 ; et Hoover, 2003). En pratique, il pourra être impossible de séparer les effets de différents types de forêts, pratiques d'exploitation et régimes de perturbations, auquel cas certains facteurs de variation des stocks pourront être combinés en un seul facteur de variation. Si un pays dispose de données bien documentées pour différents types de forêts sous divers régimes de gestion, il pourra peut-être dériver des estimations du C organique des sols sans utiliser de stocks de C de référence et de facteurs d'ajustement. Toutefois, il faudra établir un lien avec les stocks de C de référence, pour que l'impact des changements d'affectation des terres puisse être calculé sans augmentation ou diminution artificielle des stocks de C due à l'incohérence des méthodes utilisées dans les diverses catégories d'affectation des terres (soit, terres forestières, terres cultivées, prairies, établissements et autres terres).

On pourra également améliorer les inventaires en dérivant les stocks de C de référence spécifiques au pays (COS_{ref}) à partir d'enquêtes ou d'études publiées. Ces valeurs sont généralement obtenues en élaborant et/ou rassemblant de grandes bases de données sur le profil des sols (Scott *et al.*, 2002 ; Siltanen *et al.*, 1997). La section 2.3.3.1 (chapitre 2) fournit des recommandations supplémentaires sur la dérivation des facteurs de variation des stocks et des stocks de C de référence.

Niveau 3

Il est peu probable qu'on puisse estimer des facteurs de variation des stocks en soi constants, mais plutôt des taux variables qui captureront plus exactement les effets des affectations et de la gestion des terres. Lire à la section 2.3.3.1 (chapitre 2) une discussion plus élaborée du sujet.

Sols organiques**Niveau 1**

Les facteurs d'émissions par défaut qui sont fournis au tableau 4.6 de la section 4.5 permettent d'estimer les pertes de C associées au drainage des sols organiques.

Niveau 2

Aux approches de niveau 2, il faudra dériver les facteurs d'émissions à partir de données spécifiques au pays. Il faudra tout d'abord décider de stratifier ou non les types de forêts ou de gestions en classifications plus fines, en plus des régions climatiques. Cette décision se prendra en fonction de données expérimentales prouvant qu'il existe des différences significatives en matière de taux de pertes de C. Par exemple, plusieurs types de drainages peuvent être développés pour différents systèmes de gestion forestiers. En outre, certaines pratiques de gestion pourraient modifier la dynamique du C dans les sols organiques sous-jacents. Par exemple, les récoltes peuvent

entraîner une élévation de la nappe phréatique causée par la réduction de l'interception, de l'évaporation et de la transpiration (Dubé *et al.*, 1995).

Niveau 3

Il est peu probable qu'on puisse estimer des facteurs de taux d'émissions en soi constants, mais plutôt des taux variables qui captureront plus exactement les effets des affectations et de la gestion des terres. Lire à la section 2.3.3.1 (chapitre 2) une discussion plus élaborée du sujet.

4.2.3.3 CHOIX DES DONNEES SUR LES ACTIVITES

Sols minéraux

Niveau 1

À l'approche de niveau 1, on suppose que les stocks de C des sols des forêts ne sont pas modifiés par la gestion. Il n'est donc pas nécessaire de classier les forêts par types, gestions ou régimes de perturbations naturelles. Toutefois, si l'on utilise des données sur les activités d'approche 1 (voir chapitre 3), il faudra avoir des données sur l'environnement pour classier le pays en régions climatiques et types de sols, afin d'appliquer les stocks de C de référence appropriés aux terres forestières. L'annexe 3A.5 du chapitre 3 fournit une description précise de la classification des climats par défaut. Des sources de données climatiques internationales comme le Programme des Nations Unies pour l'Environnement pourront être utilisées si les informations nécessaires pour classier les types de climats ne sont pas disponibles au niveau des bases de données nationales. Il faudra également avoir des données permettant de classier les sols en fonction des catégories par défaut fournies au chapitre 3, et si l'on ne dispose pas de données nationales pour cartographier les types de sols, on pourra raisonnablement se fier à des données internationales sur les sols, comme la Carte mondiale des sols de la FAO.

Niveau 2

À l'approche de niveau 2, les données sur les activités concernent les principaux types de forêts, les pratiques de gestion, les régimes de perturbations et les superficies qui leur sont pertinentes. Si le pays dispose d'un inventaire national des forêts et/ou de bases de données nationales sur le climat ou les sols, il sera préférable d'y lier les données. Parmi les variations typiques, on compte : conversion de forêts non gérées en forêts gérées, conversion de forêts indigènes en un autre type de forêt ; intensification de la gestion des forêts, telle que la préparation des sites, plantations d'arbres et changements de cycles de rotations, modification des méthodes de récoltes (récolte de fûts au lieu de récolte d'arbres entiers ; volume de résidus laissés sur place) ; fréquence des perturbations (invasions parasitaires et poussées épidémiques, inondations, feux etc.). Les sources de données varieront suivant le système national de gestion des forêts, depuis des entreprises ou exploitants individuels jusqu'à des organismes de réglementation et organismes gouvernementaux chargés des inventaires et gestion des forêts et des centres de recherches. Les formats peuvent varier considérablement, et inclure, entre autres, des comptes-rendus d'activités, des inventaires de gestion forestière et des images télédéteectées.

En outre, au niveau 2 on devra avoir une stratification plus fine des données sur l'environnement qu'au niveau 1. Celle-ci inclura les détails des régions climatiques et des types de sols, probablement tirés de données nationales sur le climat et les sols. Si l'on utilise une classification plus fine dans un inventaire de niveau 2, il faudra aussi dériver les stocks de C de référence pour l'ensemble plus précis de régions climatiques et de types de sols, et les données sur la gestion des sols devront être stratifiées en fonction de la classification choisie par le pays.

Niveau 3

Au niveau 3, pour appliquer des modèles dynamiques et/ou effectuer un inventaire direct basé sur des mesures, les pays devront disposer de données aussi précises, voire plus précises qu'aux niveaux 1 et 2 sur les combinaisons de climats, de sols, de topographie et de gestion ; toutefois les besoins exacts dépendront du modèle ou du plan de mesures.

Sols organiques

Niveau 1

Aux méthodes de niveau 1, les forêts ne sont pas stratifiées en différents systèmes. Toutefois, les superficies de terres doivent être stratifiées par régions climatiques et types de sols (lire les recommandations sur la classification des climats et des sols au chapitre 3), pour que les sols organiques puissent être identifiés et qu'on applique les facteurs d'émissions par défaut appropriés.

Niveau 2

Au niveau 2, les approches pourront impliquer une stratification plus fine de la gestion, des types de forêts et des régimes de perturbations, qui corresponde aux facteurs d'émissions spécifiques au pays pour les sols organiques. Il faudra par exemple stratifier les systèmes forestiers en fonction du drainage si les facteurs de gestion sont dérivés par type de drainage. Toutefois, conformément aux *bonnes pratiques* la classification sera basée sur des

données empiriques démontrant qu'il existe des différences significatives entre les taux de variation du C pour les catégories proposées. En outre, les approches de niveau 2 devront stratifier les régions de manière plus fine.

Niveau 3

Au niveau 3, pour appliquer des modèles dynamiques et/ou effectuer un inventaire direct basé sur des mesures, les pays devront disposer de données aussi précises, voire plus précises qu'aux niveaux 1 et 2 sur les combinaisons de climats, de sols, de topographie et de gestion ; toutefois les besoins exacts dépendront du modèle ou du plan de mesures.

4.2.3.4 ÉTAPES DE CALCUL DE NIVEAU 1

Sols minéraux

Il n'est pas pertinent de fournir des recommandations sur les étapes de calcul, puisqu'au niveau 1, on suppose qu'il n'y a eu aucun changement dans les stocks de C des sols minéraux des *terres forestières restant terres forestières*.

Sols organiques

Étape 1 : Estimer la superficie de sols organiques drainés sur des forêts gérées dans toutes les régions climatiques du pays, pour toutes les années ou pour la dernière année de chaque période d'inventaire (par exemple, les émissions d'une période d'inventaire située entre 1990 et 2000 seront basées sur l'affectation des terres en 2000, dans l'hypothèse où l'affectation et la gestion des terres ne sont connues que pour ces deux années de la période d'inventaire).

Étape 2 : Sélectionner le facteur d'émission approprié (FE) pour les pertes annuelles de CO₂ (en utilisant le tableau 4.6).

Étape 3 : Estimer les émissions totales en additionnant le produit de la superficie (S) multiplié par le facteur d'émissions (FE) pour toutes les zones climatiques.

4.2.3.5 ÉVALUATION DES INCERTITUDES

Les inventaires du C des sols sont soumis à trois grandes sources d'incertitudes : 1) les incertitudes relatives aux affectations et exploitation des terres et aux données sur l'environnement ; 2) les incertitudes relatives aux stocks de C des sols de référence si l'on utilise des approches de niveaux 1 ou 2 (uniquement sols minéraux) ; et 3) les incertitudes relatives aux facteurs d'émissions/de variations des stocks aux approches de niveaux 1 et 2, aux erreurs relatives à la structure du modèle/paramètre aux approches basées sur des modèles, au niveau 3, ou aux erreurs de mesures/la variabilité de l'échantillonnage associées aux inventaires basés sur des mesures au niveau 3. On améliorera généralement la précision d'un inventaire (c'est-à-dire que les plages de confiance seront réduites) en faisant plus d'échantillonnages pour estimer les valeurs des trois grandes catégories. En outre, il sera plus facile de réduire les biais (soit, d'améliorer l'exactitude) en élaborant un inventaire de niveau plus élevé qui incorpore des informations spécifiques au pays.

Au niveau 1, les incertitudes sont fournies avec les stocks de C de référence à la première note de bas de page du tableau 2.3 (chapitre 2), et les incertitudes des facteurs d'émissions pour les sols organiques sont fournies au tableau 4.6, section 4.5. Les compilateurs d'inventaires devront étudier les incertitudes relatives aux données sur l'affectation et la gestion des terres, puis les combiner avec les incertitudes relatives aux facteurs par défaut et aux stocks de C de référence (uniquement sols minéraux), à l'aide d'une méthode appropriée, comme par exemple l'emploi d'équations simples de propagation d'erreur. La section 4.2.1.5 présente une estimation des incertitudes pour les estimations de superficies des terres. Conformément aux *bonnes pratiques*, le compilateur d'inventaire devra toutefois dériver les incertitudes des données sur les activités spécifiques au pays plutôt que d'employer un niveau par défaut.

Les stocks de C de référence par défaut pour les sols minéraux et les facteurs d'émissions pour les sols organiques peuvent présenter des taux d'incertitude naturellement élevés, notamment des biais, lorsqu'on les applique à certains pays. Les valeurs par défaut sont des valeurs moyennées mondialement correspondant aux impacts de l'affectation et de la gestion des terres ou des stocks de C de référence qui peuvent varier en fonction des régions (Powers *et al.*, 2004 ; Ogle *et al.*, 2006). Pour réduire les biais, on peut dériver des facteurs spécifiques au pays en employant une méthode de niveau 2, ou élaborer un système d'estimation spécifique au pays, de niveau 3. Les approches de niveaux plus élevés se basent sur des recherches menées dans le pays ou les régions avoisinantes traitant des impacts des affectations et de la gestion des terres sur le C des sols. En outre, les pays chercheront à réduire encore les biais, conformément aux *bonnes pratiques*, en prenant en compte les différences d'impacts significatives, à l'intérieur du pays, de l'affectation et de la gestion des terres ; par exemple les différentes régions climatiques et/ou types de sols, et ce parfois même lorsque la précision des estimations des facteurs s'en trouve réduite. (Ogle *et al.*, 2006). On considère le biais comme un problème plus

important lors de l'établissement de rapports sur les variations des stocks parce qu'il ne se voit pas toujours dans la plage d'incertitude calculée (c'est à dire que les véritables variations des stocks peuvent se trouver à l'extérieur de la plage d'incertitude notifiée si le biais des facteurs est important).

Pour améliorer le taux d'incertitude relatif aux statistiques sur les affectations des terres, on pourra chercher à adopter un meilleur système national, en élaborant par exemple une enquête de terrain incluant des emplacements nouveaux et/ou incorporant des données télédéetectées, ou en développant les enquêtes existantes, afin d'avoir une couverture plus vaste. Les *bonnes pratiques* exigent que l'on élabore un plan de classification qui capture la plupart des activités d'affectation et de gestion des terres à l'aide d'échantillons de taille suffisamment grande pour réduire au maximum l'incertitude au niveau national.

Pour les méthodes de niveau 2, on incorpore des informations spécifiques au pays dans l'analyse de l'inventaire, afin de réduire le biais. Par exemple, Ogle *et al.* (2003) employaient des données spécifiques au pays pour élaborer des fonctions de distribution de la probabilité pour les facteurs, données sur les activités et stocks de C de référence des sols agricoles des États-Unis. Selon les *bonnes pratiques*, on évaluera les dépendances existant parmi les facteurs, les stocks de C de référence ou les données sur les activités sur l'affectation et la gestion des terres. Il est notamment commun d'observer de fortes dépendances au niveau des données sur les activités sur l'affectation et la gestion des terres, parce que les pratiques de gestion ont tendance à être corrélées dans le temps et l'espace. Pour combiner les incertitudes des facteurs d'émissions/de variations des stocks, des stocks de C de référence et des données sur les activités, on pourra utiliser des méthodes telles que de simples équations de propagation d'erreur ou une procédure Monte-Carlo.

Les modèles de niveau 3 sont plus complexes et une simple équation de propagation d'erreur pourra s'avérer inefficace lors de la quantification des incertitudes associées dans les estimations obtenues. On pourra employer des analyses Monte Carlo (Smith et Heath, 2001), mais celles-ci pourront s'avérer difficiles à mettre en place si le modèle comprend de nombreux paramètres (certains modèles peuvent présenter plusieurs centaines de paramètres), parce que les fonctions de distribution de probabilité communes devront être construites en quantifiant la variance en plus de la covariance des paramètres. D'autres méthodes sont également possibles, comme des approches empiriques (Monte *et al.*, 1996), qui utilisent des mesures prises sur un réseau de surveillance afin d'évaluer statistiquement la relation entre les résultats mesurés et obtenus par modèle (Falloon et Smith, 2003). À l'inverse des modèles, les incertitudes des inventaires de niveau 3 basés sur des mesures peuvent être déterminées à partir de la variance de l'échantillon, de l'erreur de mesure et d'autres sources pertinentes d'incertitude.

4.2.4 Émissions de gaz à effet de serre sans CO₂ dues au brûlage de biomasse

Les feux sauvages (feux non contrôlés) et les feux gérés (contrôlés) ont des impacts importants sur les émissions de gaz à effet de serre sans CO₂ des forêts. Dans les *terres forestières restant terres forestières*, les émissions de CO₂ dues au brûlage de biomasse doivent aussi être prises en compte parce qu'en général, elles ne correspondent pas aux taux d'absorptions de CO₂, notamment lorsque des feux sauvages remplacent le peuplement, et lors de cycles de cultures itinérantes dans les régions tropicales. Lorsque c'est le type de forêt qui est modifié (par exemple, conversion de forêts naturelles à des forêts de plantation), les premières années pourront connaître des émissions nettes de CO₂ dues au brûlage de biomasse, notamment si une grande partie de la biomasse est brûlée lors de la conversion. Toutefois les impacts ne sont pas importants sur la durée, par rapport aux impacts des *terres forestières converties en prairies ou en terres cultivées*. Les émissions dues au feu lors de conversions d'affectations des terres doivent être notifiées dans la nouvelle catégorie d'affectation des terres sauf dans les cas où une représentation restreinte des superficies de terres est utilisée (à l'approche 1), sans données supplémentaires permettant d'identifier les conversions d'affectations des terres de manière explicite, auquel cas les émissions dues au feu dans les terres forestières devront être incluses dans la catégorie *terres forestières restant terres forestières*.

La méthode générale d'estimation des émissions de gaz à effet de serre dans les *terres forestières restant terres forestières*, et dans les *terres converties à des terres forestières* est décrite à l'équation 2.27, au chapitre 2. Des tableaux par défaut pour l'approche de niveau 1 ou certains éléments de l'approche de niveau 2 sont fournis à la section 2.4 du chapitre 2.

4.2.4.1 CHOIX DE LA METHODE

Conformément aux *bonnes pratiques*, les pays utiliseront le diagramme décisionnel de la figure 2.6 du chapitre 2 afin de choisir le niveau approprié d'établissement de rapports sur les émissions de gaz à effet de serre dues au feu. Lorsque le feu est une catégorie clé, on préférera une approche de niveau 2 ou 3. Pour obtenir des

estimations fiables des émissions dues aux feux contrôlés, des données spécifiques au pays seront nécessaires car les ensembles de données mondiaux sont généralement pauvres sur ce thème. Pour les terres forestières, les émissions de CO₂ dues au brûlage de biomasse et les absorptions de CO₂ dues à la repousse de la végétation devront être comptées lors de l'estimation des flux nets de carbone.

4.2.4.2 CHOIX DES FACTEURS D'ÉMISSION

La masse de combustible disponible à la combustion (M_B à l'équation 2.27) est essentielle à l'estimation des émissions sans CO₂. Des données par défaut sont données aux tableaux 2.4 à 2.6 du chapitre 2, pour l'estimation des émissions à l'approche de niveau 1. Les pays doivent voir si leurs types de végétation correspondent ou non aux grandes catégories de végétation décrites dans les tableaux par défaut. Le chapitre 3 (*Représentation cohérente des terres*) fournit des recommandations à ce sujet. Les pays ayant choisi le niveau 2 auront sans doute des données nationales désagrégées pour M_B , classées par type de forêts et systèmes de gestion. Pour l'estimation de niveau 3, il faudra avoir des estimations spatiales de M_B , en fonction des différents types de forêts, des régions et des systèmes de gestion. Les méthodes d'estimation de niveau 3 peuvent également distinguer les différentes intensités du feu, qui entraînent différentes quantités de combustible consommé.

4.2.4.3 CHOIX DES DONNEES SUR LES ACTIVITES

Il faudra disposer d'estimations des superficies brûlées sur les *terres forestières restant terres forestières*. S'il existe une base de données mondiale des superficies brûlées tous les ans, elle ne fournit pas de données fiables sur les superficies brûlées par des feux contrôlés dans chaque pays. Conformément aux *bonnes pratiques*, on élaborera des estimations nationales des superficies brûlées et de la nature des feux, notamment de la manière dont ils affectent la dynamique du carbone (par exemple, impacts sur la mortalité des arbres), afin d'améliorer la fiabilité des inventaires nationaux. Les pays utilisant des niveaux 2 ou 3 auront certainement accès à des estimations nationales. Aux estimations de niveau 3, il faudra avoir des estimations spécifiques régionales et par types de forêts des superficies soumises au feu et de l'intensité de ces feux.

Résumé des étapes de calcul des émissions de gaz à effet de serre dues au brûlage de biomasse à l'aide de l'équation 2.27 du chapitre 2 :

Étape 1 : À l'aide des recommandations du chapitre 3 (approches à la représentation des superficies d'affectation des terres), catégoriser les superficies de *terres forestières restant terres forestières* en types de forêts dans différentes zones climatiques ou écologiques, en fonction des choix effectués par le pays pour l'équation 2.27. Obtenir des estimations de S (superficie brûlée) dans de bases de données mondiales ou nationales.

Étape 2 : Estimer la masse de combustible (M_B) disponible à la combustion, en tonnes/ha, incluant la biomasse, la litière et le bois mort.

Étape 3 : Sélectionner le facteur de combustion C_f (valeurs par défaut disponibles au tableau 2.6, chapitre 2).

Étape 4 : Multiplier M_B et C_f pour obtenir une estimation de la quantité de combustible consommé. Si ni M_B ni C_f ne sont connus, les valeurs par défaut du produit de M_B et de C_f sont fournies au tableau 2.4.

Étape 5 : Sélectionner le facteur d'émissions G_{ef} (valeurs par défaut disponibles au tableau 2.5, chapitre 2).

Étape 6 : Multiplier les paramètres S, M_B , C_f , (ou M_B et C_f , tableau 2.4) et G_{ef} pour obtenir la quantité d'émissions de gaz à effet de serre dues au brûlage de biomasse. Répéter les étapes pour tous les gaz à effet de serre.

4.2.4.4 ÉVALUATION DES INCERTITUDES

Il faut évaluer les incertitudes spécifiques au pays pour les *terres forestières restant terres forestières*. Pour obtenir des estimations des incertitudes, on effectue le produit des incertitudes associées aux données sur les activités (superficie brûlée) et aux facteurs d'émissions. Conformément aux *bonnes pratiques*, on fournira des estimations des erreurs (par exemple plages, erreurs standard) au lieu d'utiliser des données spécifiques au pays (si elles sont limitées, par exemple) ou des approches spécifiques au pays, à moins que cela ne permette de réduire les incertitudes par rapport à l'approche de niveau 1.

4.3 TERRES CONVERTIES EN TERRES FORESTIERES

La présente section propose des recommandations méthodologiques sur l'estimation annuelle des émissions et absorptions de gaz à effet de serre ayant lieu sur des terres converties en terres forestières à partir de diverses affectations des terres, y compris les terres cultivées, prairies, terres humides, établissements et autres terres, par le boisement ou le reboisement, *via* des pratiques naturelles ou artificielles de régénération (y compris plantations). Les émissions et absorptions sur des terres abandonnées qui se régénèrent en forêts en raison d'activités humaines devront aussi être estimées dans la présente section, qui remplace la méthode décrite aux catégories 5A, 5C, et 5D des *Lignes directrices GIEC*. Les terres sont converties en terres forestières par le boisement et le reboisement, soit par régénération naturelle, soit par régénération artificielle (y compris plantations). Parmi les conversions anthropiques, on compte la promotion de la repousse naturelle (par exemple en améliorant l'équilibre aquatique du drainage), l'établissement de plantations sur des terres non forestières ou des terres forestières non gérées, ou sur des terres correspondant à des établissements ou des sites industriels, l'abandon de terres cultivées ou d'autres terres gérées sur lesquelles repoussent des forêts. Les forêts non gérées ne sont pas considérées comme des sources ou des puits anthropiques de gaz à effet de serre, et sont exclues des calculs d'inventaires. Lorsque ces forêts non gérées sont affectées par des activités humaines comme la plantation, l'élagage, la promotion de régénération naturelle ou autres, elles changent de statut et deviennent des forêts gérées, notifiées dans la catégorie *terres converties en terres forestières*, dont les émissions et absorptions de gaz à effet de serre doivent être incluses dans l'inventaire et estimées à l'aide des recommandations de la présente section. La conversion des terres peut entraîner des pertes initiales de carbone en raison des changements survenus dans la biomasse, la matière organique morte et le carbone des sols. Mais la régénération naturelle ou les pratiques de plantations entraînent une accumulation de carbone, ce qui est lié aux changements de superficies des plantations et de leurs stocks de biomasse.

Les superficies converties sont considérées comme des terres forestières si elles correspondent à la définition des forêts adoptée par le pays, après leur conversion. *Les terres converties en terres forestières* sont couvertes dans la présente section des inventaires nationaux des gaz à effet de serre jusqu'à ce que le carbone des sols des nouvelles forêts atteigne un niveau stable. On suggère une période de 20 ans⁴ par défaut. Un certain temps pourra être nécessaire aux écosystèmes forestiers pour que leurs pools de biomasse, de sols stables et de litière retournent à un état de non intervention. La valeur par défaut de 20 ans est suggérée en fonction de ces connaissances et à toutes fins pratiques. Les pays peuvent choisir d'étendre la durée de la période de transition. Après 20 ans ou tout autre intervalle choisi, les terres converties deviennent des forêts, et les superficies de terres sont transférées de la catégorie *terres converties en terres forestières* à *terres forestières restant terres forestières* (section 4.2), où les superficies qui s'établissent encore comme forêts peuvent être traitées dans des strates séparées si nécessaire. L'abattage suivi d'une régénération ou d'une repousse doit être considéré dans la catégorie *terres forestières restant terres forestières*, puisqu'aucun changement d'affectation des terres n'a lieu. auquel cas la terre restera dans son état actuel ou se dégradera encore et perdra de la matière organique.

On pourra ignorer les terres dont le flux de carbone reste constant. Toutefois dans certains pays, la dégradation des terres abandonnées peut représenter un problème significatif et pourrait être une source importante de CO₂. Lorsque les terres continuent à se dégrader, la biomasse aérienne et le carbone des sols peuvent décliner rapidement, par exemple en raison de l'érosion. Le carbone des sols érodés peut être redéposé dans les rivières, les lacs et d'autres terres se trouvant en aval. Les pays ayant des superficies importantes correspondant à cette définition devront effectuer ces calculs de manière plus fine. **Classification des terres** : *Les terres converties en terres forestières* peuvent être classifiées en fonction du domaine climatique et des classes de zones écologiques et de couvert forestier au niveau des cimes. Le stock de carbone varie en fonction du climat, du type de biome ou de forêt, du mélange d'espèces, des pratiques d'exploitation, etc. Conformément aux bonnes pratiques, on stratifiera les terres en sous-catégories homogènes (lire le chapitre 3) de manière à réduire les incertitudes des estimations des émissions de gaz à effet de serre.

L'estimation des émissions et absorptions de carbone dues aux conversions d'affectations des terres en terres forestières se divise en trois sous-sections : les variations des stocks de carbone de la biomasse (section 4.3.1), les variations des stocks de carbone de la matière organique morte (section 4.3.2) et les variations des stocks de carbone des sols (section 4.3.3). Les variations annuelles des stocks de carbone des terres converties en terres

⁴ S'il est évident que la plupart des écosystèmes forestiers nécessiteront plus de 100 ans pour que leurs pools de biomasse, sols et litière reviennent à leur niveau original sans intervention, les activités humaines peuvent néanmoins accélérer le taux de retour des stocks de carbone à un état stable. La valeur par défaut de 20 ans est suggérée en fonction de ces connaissances et à toutes fins pratiques, afin de capturer l'établissement des écosystèmes forestiers. Les pays peuvent également choisir d'étendre la durée de la période de transition, même s'ils devront veiller à utiliser la même période de transition pour que la matrice d'affectation des terres des représentations des superficies de terres fonctionne correctement.

forestières sont calculées à l'aide des équations 2.2 et 2.3 du chapitre 2, sur la base des variations annuelles des stocks de carbone de la biomasse, de la matière organique morte (y compris le bois mort et la litière), et des sols. Les variations des stocks de carbone des terres converties en terres forestières sont estimées avec :

- les variations annuelles des stocks de carbone de la biomasse aérienne et souterraine ;
- les variations annuelles des stocks de carbone de la matière organique morte, y compris le bois mort et la litière ;
- les variations annuelles des stocks de carbone des sols.

L'approche à utiliser pour le calcul des émissions sans CO₂ est décrite à la section 4.3.4, en fonction des méthodes proposées au chapitre 2.

Pour appliquer ces méthodes, il faudra avoir choisi une approche 2 ou 3 de la représentation des superficies de terres, comme le propose le chapitre 3, ou utiliser des données d'approche 1 avec des données supplémentaires, permettant d'identifier les conversions d'affectation des terres. Les étapes à suivre pour cette méthode ont déjà été soulignées à la section 4.2 ci-dessus (*terres forestières restant terres forestières*).

4.3.1 Biomasse

La présente section propose des recommandations méthodologiques pour le calcul des émissions et absorptions de CO₂ dues aux variations de la biomasse sur les *terres converties en terres forestières*. Elle remplace la méthodologie d'établissement de rapports fournie dans les sections « Évolutions du patrimoine forestier et autres stocks de biomasse ligneuse » et « Abandon de terres gérées » des *Lignes directrices GIEC*, applicables à des forêts nouvellement établies.

4.3.1.1 CHOIX DE LA METHODE

La présente section propose des recommandations méthodologiques pour le calcul des émissions et absorptions de CO₂ dues aux variations de la biomasse aérienne et souterraine sur les *terres converties en terres forestières*. Trois niveaux de méthodes d'estimation des variations des stocks de biomasse sont proposés, en fonction de l'analyse des catégories clés, des données sur les activités et des ressources disponibles. Le diagramme décisionnel de la figure 1.3 du chapitre 1 présente une approche conforme aux *bonnes pratiques* permettant de choisir la méthode de calcul des émissions et absorptions de CO₂ de la biomasse des *terres converties en terres forestières*.

Niveau 1

Les variations annuelles des stocks de carbone de la biomasse sont estimées à l'aide de l'équation 2.7 du chapitre 2. Le niveau 1 suit l'approche par défaut, pour laquelle il faut utiliser les paramètres par défaut fournis à la section 4.5. Cette approche peut également être utilisée lorsqu'aucune donnée n'est disponible sur les anciennes affectations des terres, ce qui peut être le cas quand les superficies sont estimées à l'aide de l'approche 1 du chapitre 3. On utilisera alors les paramètres par défaut des tableaux 4.1 à 4.14.

Augmentation annuelle des stocks de carbone de la biomasse, ΔC_G Pour calculer ΔC_G , on suivra l'équation 2.9 du chapitre 2. Puisque le taux de croissance des arbres dépend fortement du régime d'exploitation, il faudra faire la distinction entre les forêts gérées de manière intensive (par exemple, foresterie de plantation) ou extensive (peuplements repoussant naturellement avec intervention humaine faible ou minimale) Les forêts gérées de manière intensive et extensive pourront être stratifiées plus avant en fonction du climat, des espèces, des pratiques d'exploitation, etc. On pourra donc estimer séparément les augmentations annuelles des stocks de carbone des forêts gérées de manière intensive et extensive, en utilisant deux fois l'équation 2.9 : tout d'abord, pour les forêts gérées de manière intensive en utilisant la superficie concernée (S_I) et la croissance annuelle moyenne de la biomasse ($C_{ce_{total}}$) des forêts gérées de manière intensive ; puis pour les forêts gérées de manière extensive en utilisant la superficie concernée (S_E) et la croissance annuelle moyenne de la biomasse ($C_{ce_{Total}}$) des forêts gérées de manière extensive. On calcule $C_{ce_{TOTAL}}$ à l'aide de l'équation 2.10, chapitre 2, et des tableaux de valeurs par défaut de la section 4.5. Les forêts gérées de manière extensive et intensive peuvent être stratifiées plus avant en fonction du climat, des espèces, des pratiques de gestion des forêts, etc. Les données par défaut des forêts gérées de manière intensive et extensives présentées dans les tableaux devront être choisies en fonction de la composition relative aux espèces d'arbres et de la région climatique. Les données par défaut pour les forêts gérées de manière intensive et extensive sont disponibles respectivement à la section 4.5.

Diminution annuelle des stocks de carbone de la biomasse due aux pertes, ΔC_P Les pertes de biomasse dues à l'extraction de bois ($P_{\text{extraction de bois}}$), à l'extraction de bois de chauffage ($P_{\text{bois de chauffage}}$) et aux perturbations

($P_{\text{perturbations}}$) attribuées aux *terres converties en terres forestières* sont estimées à l'aide de l'équation 2.11 du chapitre 2.

Les pertes de biomasse dues à l'extraction de bois ($P_{\text{extraction de bois}}$) sont estimées à l'aide de l'équation 2.12, au chapitre 2, et les valeurs par défaut pour la densité ligneuse de base ainsi que les données sur l'abattage de bois rond, le facteur d'expansion de la biomasse, le taux de biomasse souterraine par rapport à la biomasse aérienne (T_x) et la fraction de carbone de la matière sèche (FC) sont fournis dans les tableaux de la section 4.5. Les pertes de biomasse dues à l'extraction de bois de chauffage ($P_{\text{bois de chauffage}}$) sont estimées à l'aide de l'équation 2.13, les données sur la collecte de bois de chauffage et les $FECB_E$ correspondant pour le stock en croissance, T_x et FC étant tirés des tableaux par défaut de la section 4.5. Les valeurs de ($P_{\text{perturbations}}$) peuvent être estimées à l'aide de l'équation 2.14 du chapitre 2, et les superficies affectées par la perturbation, le stock en croissance moyen de biomasse des superficies de terres affectées par les perturbations et les T_x et FC appropriées sont disponibles aux tableaux par défaut de la section 4.5. On suppose que les valeurs de ΔC_p sont nulles si on ne dispose pas de données sur les pertes (pour l'équation 2.11). En outre, il faudra veiller à notifier les pertes de biomasse de manière identique aux sections 4.2.1 et 4.3.1, afin d'éviter tout double comptage ou omission.

Niveau 2

La méthode de niveau 2 est similaire à celle de niveau 1, mais elle emploie des données dérivées au niveau national et des données sur les activités plus désagrégées ; et permet d'effectuer des estimations plus précises des variations des stocks de carbone de la biomasse. Les absorptions annuelles nettes de CO_2 sont calculées en tant que somme de l'augmentation de biomasse due à la croissance de la biomasse sur des terres converties, changements dus à une conversion réelle (différence entre les stocks de biomasse avant et après la conversion) et pertes sur des terres converties (équations 15 et 16, chapitre 2).

En plus des valeurs par défaut, des données nationales seront nécessaires pour employer le niveau 2 (équation 2.15) : i) superficie convertie annuellement en forêts ; ii) croissance annuelle moyenne des stocks de carbone de la biomasse par ha sur les terres converties, obtenue par exemple *via* des inventaires forestiers (aucune donnée par défaut ne peut être fournie) ; iii) variations du carbone de la biomasse lorsque des terres non forestières deviennent des terres forestières ; et iv) émissions dues aux pertes de biomasse sur des terres converties. À cette approche, on pourra avoir besoin de données sur les anciennes affectations des terres et de connaître la matrice d'affectation des terres (voir tableau 3.4 au chapitre 3) et les stocks de carbone sur ces terres.

ΔC_G doit être estimé à l'aide de l'équation 2.9, où la superficie (S) de terres converties en terres forestières doit être prise en compte séparément, avec les accroissements annuels moyens respectifs des forêts gérées de manière extensive et intensive (catégorisées plus avant en fonction des espèces, du climat, etc.) et résumé. L'accroissement annuel moyen de la biomasse des forêts gérées est calculé conformément à la méthode de niveau 2 de la section 4.2.1, *terres forestières restant terres forestières*, et l'équation 2.10, chapitre 2, qui se base sur des données spécifiques au pays sur la croissance annuelle moyenne de la biomasse en volume commercialisable par ha sur les terres converties en forêts (obtenues par exemple auprès d'inventaires forestiers) et sur la densité ligneuse de base, les facteurs d'expansion et de conversion de la biomasse et le taux de biomasse souterraine par rapport à la biomasse aérienne.

$\Delta C_{\text{CONVERSION}}$ prend en compte les variations initiales des stocks de biomasse imputables à la conversion d'affectation des terres, par exemple une partie de la biomasse peut avoir été extraite avec le défrichage, le repeuplement ou une autre activité humaine sur la superficie avant la régénération artificielle ou naturelle. Ces variations des stocks de carbone de la biomasse sont calculées à l'aide de l'équation 2.16 au chapitre 2. Celle-ci requiert des estimations des stocks de biomasse sur les types de terres i avant (B_{AVANT_i}) et après ($B_{\text{APRÈS}_i}$) la conversion en tonnes m.s. ha^{-1} de la superficie d'affectation des terres i convertie en terres forestières ($\Delta S_{\text{VERS_FORÊT}_i}$) pour une année donnée, et de la fraction de carbone de la matière sèche (FC).

Le calcul de $\Delta C_{\text{CONVERSION}}$ peut être utilisé séparément pour prendre en compte les stocks de carbone sur des types de terres spécifiques (écosystèmes, types de sites, etc.) avant la transition. Les valeurs de $\Delta S_{\text{VERS_FORÊT}_i}$ se réfèrent à l'année d'inventaire pour laquelle on effectue les calculs.

ΔC_p est estimé à l'aide de l'équation 2.11 du chapitre 2. Les pertes de biomasse dues à l'extraction de bois ($P_{\text{extraction de bois}}$), l'extraction de bois de chauffage ($P_{\text{bois de chauffage}}$), et les perturbations ($P_{\text{perturbations}}$) doivent être estimées à l'aide des équations 2.12 à 2.14, au chapitre 2. On encourage les compilateurs d'inventaires à élaborer une densité ligneuse et des valeurs de FEB ou de FECB pour l'accroissement des stocks en croissance et les récoltes spécifiques à leur pays afin de les utiliser pour l'équation 2.12 (aux calculs de niveau 2). La méthode de calcul des pertes de biomasse dues à la collecte de bois de chauffage ($P_{\text{bois de chauffage}}$) et aux perturbations ($P_{\text{perturbations}}$) est décrite au chapitre 2. On suppose que les valeurs de ΔC_p sont nulles si on ne dispose pas de données sur les pertes. En outre, conformément aux bonnes pratiques il faudra veiller à notifier les pertes de biomasse de manière identique aux sections 4.2.2 et 4.2.3, afin d'éviter toute surestimation ou sous-estimation due à un double comptage ou à une omission.

Niveau 3

On emploiera le niveau 3 lorsque les conversions des terres en terres forestières représentent une catégorie clé et entraînent des variations importantes des stocks de carbone. On pourra employer les mêmes équations et suivre les mêmes étapes qu'au niveau 2, ou utiliser des méthodes et modèles plus complexes ; mais de toutes façon il faudra employer des méthodes nationales substantielles et des données spécifiques au pays. Les équations 2.15 et 2.16 peuvent être développées sur la base d'une échelle géographique plus fine et de subdivisions par types de forêts, espèces et types de terres avant la conversion. Les méthodologies spécifiques aux pays pourront se baser sur des inventaires forestiers ordinaires ou des données géoréférencées et/ou des modèles permettant de prendre en compte les variations de la biomasse. Les données sur les activités nationales peuvent être de haute résolution et exister pour toutes les catégories de terres converties et de types de forêts établies sur celles-ci. Selon les *bonnes pratiques*, on décrira la méthodologie choisie et on la présentera conformément aux recommandations du chapitre 8 du volume 1 (*Directives sur l'établissement de rapports et tableaux*).

Transfert de biomasse vers la matière organique morte

Lorsqu'une terre est convertie en terres forestières, mais aussi lors du processus d'extraction de biomasse par abattage, les éléments non commerciaux de la biomasse sont abandonnés sur le sol de la forêt ou transférés à la matière organique morte. Voir à la section 4.3.2 une description de la méthode et des hypothèses émises sur le devenir de la matière organique morte.

4.3.1.2 CHOIX DES FACTEURS D'EMISSION**Augmentation annuelle des stocks de carbone de la biomasse, ΔC_G**

Pour les calculs, on distingue deux grandes pratiques d'exploitation : intensive (par exemple foresterie de plantation avec préparation du site, plantation d'espèces sélectionnées et apport d'engrais) et extensive (régénération naturelle avec intervention humaine minimale). En outre, ces catégories peuvent encore être affinées en fonction des circonstances nationales, par exemple en se basant sur l'origine du peuplement (régénération artificielle ou naturelle, repeuplement, promotion de la repousse naturelle, etc.), du climat, des espèces, des pratiques d'exploitation, etc.

Niveau 1

Les méthodes de calcul de la biomasse totale exigent qu'on connaisse les pools de biomasse aérienne et souterraine (voir la description des pools au chapitre 1). Les tableaux de la section 4.5 présentent les valeurs par défaut de la croissance annuelle moyenne de la biomasse aérienne pour les forêts gérées de manière intensive (plantation) et extensive (régénération naturelle), les facteurs d'expansion et de conversion de la biomasse, le taux de biomasse souterraine par rapport à la biomasse aérienne et la fraction de carbone de la matière sèche (FC). Le taux de biomasse souterraine par rapport à la biomasse aérienne doit être utilisé pour prendre en compte la biomasse souterraine lors de l'estimation de la totalité de la biomasse. La densité ligneuse de base et les facteurs d'expansion de la biomasse permettent de calculer ΔC_P , comme le montre la section 4.2.1 *terres forestières restant terres forestières*. Selon les *bonnes pratiques*, on cherchera à obtenir des valeurs régionales ou toute autre valeur par défaut pertinente au pays.

Niveau 2

Les *bonnes pratiques* exigent que l'on détermine, si possible, les valeurs correspondant à l'accroissement annuel, au taux de biomasse souterraine par rapport à la biomasse aérienne, à la densité ligneuse de base et aux facteurs d'expansion et de conversion de la biomasse adaptées aux conditions nationales et qu'on les utilise pour les calculs de niveau 2. En outre, ces catégories pourront encore être affinées en fonction des circonstances nationales, par exemple en se basant sur l'origine du peuplement (régénération artificielle ou naturelle, repeuplement, promotion de la repousse naturelle, etc.), le climat, les espèces, et les pratiques d'exploitation. Les stratifications supplémentaires peuvent se référer à la composition des espèces d'arbres, au régime de gestion, à l'âge du peuplement, à la région climatique et au type de sol, etc. On encourage les pays à obtenir des facteurs d'expansion et d'accroissement de la biomasse spécifiques, en effectuant des recherches dans le domaine. La section 4.2.1 propose des recommandations supplémentaires.

Niveau 3

L'accroissement des stocks de carbone de la biomasse peut être estimé en se basant sur la croissance annuelle de la biomasse spécifique au pays et la fraction de carbone dans les données sur la biomasse tirées des inventaires forestiers, de parcelles échantillons, de recherches et/ou de modèles. Les compilateurs d'inventaires devront veiller à ce que les modèles et les données tirées des inventaires forestiers aient été référencés correctement et soient décrits conformément aux directives fournies au chapitre 8 du volume 1.

Variations des stocks de biomasse sur les terres avant et après la conversion, **$\Delta C_{CONVERSION}$**

Pour calculer les stocks de biomasse avant et après la conversion, on devra utiliser les mêmes valeurs qu'aux autres affectations des terres. Par exemple, des valeurs comparables de stocks de carbone devront être utilisées

pour estimer les stocks de carbone initiaux des prairies converties en terres forestières et les variations de biomasse des *prairies restant prairies*.

Niveau 1

Au niveau 1, il n'est pas nécessaire d'estimer $\Delta C_{\text{CONVERSION}}$.

Niveau 2

Selon les *bonnes pratiques*, on obtiendra si possible des données spécifiques au pays relatives aux stocks de biomasse sur les terres avant et après la conversion, qu'on utilisera. Les estimations devront correspondre aux calculs des variations des stocks de carbone dans les terres cultivées, prairies, terres humides, établissements et autres terres. Elles seront obtenues par des enquêtes ou auprès d'organismes nationaux. Au niveau 2, on pourra devoir utiliser un mélange de données par défaut et spécifiques au pays. Pour les valeurs par défaut des stocks de biomasse avant la conversion, lire les autres sections du présent volume.

Niveau 3

Les estimations et calculs seront effectués en utilisant des données tirées d'inventaires forestiers ou de modèles. Les inventaires forestiers consultés et les modèles et les données utilisés devront être documentés conformément aux procédures présentées au chapitre 8 du volume 1.

Variations des stocks de carbone de la biomasse dues aux pertes, ΔC_p

L'extraction de bois, la collecte de bois de chauffage et les perturbations naturelles comme le vent, le feu et les invasions parasitaires entraînent des pertes de carbone sur les terres converties en terres forestières, qui doivent être notifiées conformément aux *bonnes pratiques* présentées à l'approche de la section 4.2.1. Cette approche à l'estimation des pertes de carbone est opérationnelle et doit être utilisée pour effectuer les calculs appropriés à la section 4.2.2. Si les variations des stocks de carbone sont dérivées d'inventaires forestiers ordinaires, les pertes dues à l'extraction de bois et aux perturbations seront couvertes, et il ne sera pas nécessaire de les notifier séparément. Selon les *bonnes pratiques*, on veillera à la cohérence des rapports sur les pertes de biomasse entre les sections 4.2.1 et 4.2.2, afin d'éviter tout double comptage ou omission.

Les données sur l'abattage de bois rond devront être obtenues nationalement ou auprès de la FAO. À noter, toutefois, que les données de la FAO sur l'abattage sont en bois rond commercialisable sur écorce. La fraction d'écorce dans le bois récolté ($F_{\text{écorce}}$) doit être appliquée afin de prendre en compte l'écorce lors de l'extraction de bois par récoltes. Si l'abattage est important dans le pays, on encourage les compilateurs d'inventaires à utiliser les données nationales sur les récoltes ou à dériver des valeurs pour $F_{\text{écorce}}$ spécifiques au pays.

Dans la plupart des pays, il est improbable que des informations sur les superficies subissant des perturbations soient disponibles séparément pour les deux sous-catégories, *terres forestières restant terres forestières*, et *terres converties en terres forestières*. Puisque cette dernière sous-catégorie est généralement beaucoup plus petite que la première, toutes les perturbations peuvent être appliquées aux *terres forestières restant terres forestières*; une autre solution serait de diviser la superficie soumise à la perturbation en fonction des proportions des deux sous-catégories de terres.

Les données sur la consommation de bois de chauffage ne sont pas normalement notifiées séparément pour les *terres forestières restant terres forestières* et les *terres converties en terres forestières*. Le plus probable est alors que les données par défaut sur le bois de chauffage soient notifiées dans les *terres forestières restant terres forestières*. Les rapports sur le bois de chauffage devront être vérifiés par recoupement entre les deux sous-catégories de terres, afin d'éviter les doubles comptages. On les comparera avec les rapports sur le bois de chauffage des *terres forestières restant terres forestières*.

4.3.1.3 CHOIX DES DONNEES SUR LES ACTIVITES

Superficie de terres converties en forêts, $\Delta S_{\text{VERS_FORÊTS}}$

On aura besoin à tous les niveaux d'informations sur les superficies converties en terres forestières au cours des 20 années précédant l'année d'inventaire. Au bout de 20 ans ou de tout autre intervalle de temps choisi, les terres converties en terres forestières, suivant la définition choisie par le pays, devront être transférées à la section 4.2 et y être comptées (*terres forestières restant terres forestières*). Il faudra utiliser les mêmes données de superficies aux sections 4.3.2 (variations des stocks de carbone de la matière organique morte), 4.3.3 (variations des stocks de carbone des sols), et 4.3.4 (Émissions de gaz à effet de serre sans CO₂). Si possible, ces superficies seront encore désagrégées afin de prendre en compte les types de sols et les densités de biomasse les plus importants sur la superficie avant et après la conversion. Des exemples de *bonnes pratiques* pour des approches à l'identification des terres converties en terres forestières sont donnés à l'encadré 4.3. En fonction des disponibilités des données nationales, les compilateurs d'inventaires pourront également choisir des approches conformes aux *bonnes pratiques* présentées au chapitre 3.

Différents taux de croissance de la biomasse devront être utilisés pour calculer les stocks de biomasse des forêts repoussant naturellement sur des terres abandonnées et pour la plantation de forêts. Pour les calculs de niveaux 2 et 3, on encourage les compilateurs d'inventaires à obtenir des informations sur les types d'affectations des terres précédant la conversion en terres forestières.

Niveau 1

Les données sur les activités peuvent être cherchées dans les statistiques nationales et les enquêtes, auprès d'agences responsables de la foresterie (informations sur les superficies couvertes par différentes pratiques de gestion), agences de préservation de l'environnement (régénération naturelle), municipalités, et organismes chargés de la cartographie. On pourra demander l'opinion d'experts pour classer les nouvelles forêts dans les catégories de gestion principalement intensives ou extensives, si aucune information n'a été enregistrée à ce sujet. Si des données sur les zones gérées de manière intensive ou extensive existent finalement, on pourra les utiliser pour diviser plus avant les superficies et ainsi obtenir des estimations plus exactes. On devra effectuer des vérifications par recoupement pour s'assurer que les données sont représentées de manière exhaustive et cohérente, et pour éviter tout double comptage ou omission. Si le pays ne dispose pas de données nationales, des informations agrégées pourront être tirées de sources de données internationales (FAO, 2001 ; TBFRA, 2000).

Niveau 2

On devra disposer des informations correspondant aux superficies d'affectations des terres différentes soumises à une conversion au cours d'une année ou sur une série d'années donnée. Ces informations pourront être tirées de sources de données nationales et d'une matrice de changements d'affectation des terres ou son équivalent permettant de couvrir toutes les transitions possibles vers des terres forestières. Les ensembles de données nationaux définis par les pays devront présenter une résolution assez fine pour que les superficies de terres soient représentées de manière appropriée, conformément aux dispositions du chapitre 3 du présent volume. Il faudra veiller à estimer les superficies converties en forêts par la régénération naturelle et les plantations.

Niveau 3

Les données sur les activités nationales sur les conversions des terres en terres forestières par la régénération naturelle ou artificielle devraient exister dans différentes sources, notamment les inventaires forestiers nationaux, les registres des affectations des terres et des changements d'affectation des terres et la télédétection, comme le décrit le chapitre 3 du présent volume. Normalement, ces données fournissent une image complète de toutes les transitions d'affectation des terres vers des terres forestières et peuvent être désagrégées en fonction du climat, des sols et des types de végétation. Les données sur les superficies plantées sont normalement disponibles en fonction des espèces et de l'âge du peuplement.

ENCADRE 4.3

EXEMPLES DE *BONNES PRATIQUES* POUR DES APPROCHES A L'IDENTIFICATION DES *TERRES CONVERTIES EN TERRES FORESTIERES*

Les systèmes d'exploitation des terres nationaux permettent d'identifier les changements d'affectation des terres. Pour obtenir une représentation cohérente et un suivi opportun des changements d'affectation des terres, on utilisera les systèmes de recensement mis en place dans de nombreux pays. Les compilateurs d'inventaires de chaque pays devront utiliser les données tirées des systèmes d'exploitation des terres ou de recensements pour identifier les terres converties. Les données sur la conversion des terres pourront être obtenues directement auprès d'entreprises, de propriétaires privés, de ministères ou d'agences, qui effectuent tous des activités spécifiques sur les terres converties.

Dans certains pays, des systèmes de comptabilisation spéciaux ont été créés pour estimer les émissions et absorptions sur les terres converties. Le système australien de comptabilisation du carbone national (NCAS) <<http://www.greenhouse.gov.au/>> est un exemple de *bonne pratique* pour l'identification des conversions des terres. C'est un outil sophistiqué basé sur des modèles et utilisant des données tirées de recensements, d'études sur le terrain et de télédétections. Il emploie des échelles spatiales et temporelles élevées. Le NCAS étudie tous les secteurs d'activités des systèmes de terres, y compris les pools de carbone et tous les gaz à effet de serre affectés par des activités humaines. Il permet de suivre les activités de boisement et de reboisement sur tout le territoire du pays, et d'estimer les émissions et absorptions correspondant. L'inventaire du NCAS est mis à jour dès que de nouvelles données sont apportées. La création et la mise en place du NCAS et de ses composantes ont été soumises à l'approbation de spécialistes et vérifiées par des procédures d'assurance de la qualité/contrôle de la qualité (AGO, 2002).

Des systèmes similaires ont été adoptés en Nouvelle-Zélande (Stephens *et al.*, 2005 ; Trotter *et al.*, 2005), au Canada (Kurz et Apps, 2006), et dans d'autres pays. Utiliser ce type de système d'exploitation des terres permet d'élaborer des inventaires de grande qualité et de réduire le niveau d'incertitude dans le secteur.

4.3.1.4 ÉTAPES DE CALCUL DE NIVEAU 1

Un résumé des étapes d'estimation des variations des stocks de carbone de la biomasse (ΔC_B) à l'aide des méthodes par défaut est fourni ici :

Étape 1 : Estimer la superficie convertie en terres forestières (au cours des 20 ans avant l'année d'inventaire) à partir d'autres catégories d'affectation des terres comme terres cultivées, prairies et établissements. Voir au chapitre 3 la description précise des approches à l'estimation des *terres converties en terres forestières*.

Étape 2 : Désagréger les superficies converties en terres forestières en forêts gérées de manière intensive (par la foresterie de plantation) et forêts gérées de manière extensive (par la régénération naturelle) conformément à l'approche utilisée pour la conversion.

Étape 3 : Calculer les pertes de biomasse initiales associées à la conversion des terres, $\Delta C_{\text{CONVERSION}}$ (équation 2.16). Le résultat peut être stratifié par méthodes de conversion des terres.

Étape 4 : Estimer l'accroissement annuel des stocks de carbone de la biomasse dû à la croissance sur les *terres converties en terres forestières* (ΔC_G), pour les forêts gérées de manière intensive au niveau des espèces et autres sous-catégories à l'aide des équations 2.9 et 2.10 du chapitre 2. Estimer l'accroissement annuel de biomasse au niveau des espèces et autres sous-catégories.

Étape 5 : Estimer l'accroissement annuel des stocks de carbone de la biomasse poussant sur des *terres converties en terres forestières* (ΔC_G), pour les forêts gérées de manière extensive au niveau des espèces et autres sous-catégories à l'aide des équations 2.9 et 2.10 du chapitre 2.

Étape 6 : Estimer les pertes annuelles ou la diminution de biomasse ($P_{\text{extraction de bois}}$) dues aux abattages commerciaux (bois industriel et coupe de bûches) à l'aide de l'équation 2.12 du chapitre 2.

Étape 7 : Estimer les pertes de biomasse dues à la collecte de bois de chauffage ($P_{\text{bois de chauffage}}$) sur les *terres converties en terres forestières* à l'aide de l'équation 2.13 du chapitre 2.

Étape 8 : Estimer les pertes annuelles de carbone dues aux perturbations ou autres pertes ($P_{\text{perturbations}}$) à l'aide de l'équation 2.14 du chapitre 2.

Étape 9 : Estimer les pertes totales de carbone de la biomasse dues à l'extraction de bois, la collecte de bois de chauffage et les perturbations (ΔC_p) à l'aide de l'équation 2.11 du chapitre 2.

Étape 10 : Estimer les variations annuelles des stocks de carbone de la biomasse (ΔC_B) sur les *terres converties en terres forestières* à l'aide de l'équation 2.15 du chapitre 2.

Exemple. L'exemple suivant présente le calcul des variations annuelles des stocks de carbone de la biomasse (ΔC_B l'équation 2.7 du chapitre 2) à l'aide de la méthode gains-pertes (niveau 1) pour un pays hypothétique d'une zone forestière tempérée continentale européenne (tableau 4.1, section 4.5) : La superficie de terres non forestières converties en terres forestières (S) dans le pays est de 1 000 ha (voir la catégorisation des superficies au chapitre 3). La nouvelle forêt est une plantation de pins âgée de 9 ans et gérée de manière intensive. Son volume de croissance aérienne moyenne est de $10 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$. L'élagage a extrait $100 \text{ m}^3 \text{ an}^{-1}$ de bois rond commercialisable sur écorce (H) ; et $50 \text{ m}^3 \text{ an}^{-1}$ d'arbres entiers (FG_{arbres}) ont été extraits pour en faire du bois de chauffage. Les superficies affectées par des perturbations parasitaires ($S_{\text{perturbations}}$) sont de 50 ha an^{-1} avec une biomasse aérienne affectée (BW) de $1,0 \text{ tonne m.s. ha}^{-1}$.

Les gains annuels de biomasse (ΔC_G) sont le produit de l'accroissement de biomasse annuel moyen (Cce_{TOTAL}), de la superficie de terres convertie en terres forestières (S) et de la fraction de carbone de la matière sèche (FC) ; équation 2.9 au chapitre 2.

Cce_{TOTAL} est calculé à l'aide de la croissance annuelle de la biomasse aérienne (Cce), du taux de biomasse souterraine par rapport à la biomasse aérienne (Tx) (équation 2.10, chapitre 2) et des données par défaut des tableaux de la section 4.5.

Pour le pays hypothétique,

$Cce = 4,0 \text{ tonnes m.s. ha}^{-1} \text{ an}^{-1}$ (tableau 4.12) ; et

$Tx = 0,40 \text{ tonne m.s. (tonne m.s.)}^{-1}$ pour la biomasse aérienne $< 50 \text{ t ha}^{-1}$ (tableau 4.4 et utilisation du tableau 4.8 pour la biomasse aérienne) ;

$G_{\text{TOTAL}} = 4,0 \text{ tonnes m.s. ha}^{-1} \text{ an}^{-1} \bullet (1 + 0,40) = 5,6 \text{ tonnes m.s. ha}^{-1} \text{ an}^{-1}$ (équation 2.10)

$FC = 0,47 \text{ tonne C (tonne m.s.)}^{-1}$ (tableau 4.3)

ΔC_G (équation 2.9) : $= 1\,000 \text{ ha} \bullet 5,6 \text{ tonnes m.s. ha}^{-1} \text{ an}^{-1} \bullet 0,47 \text{ tonne C (tonne m.s.)}^{-1}$
 $= 2\,632 \text{ tonnes C an}^{-1}$

Les pertes de biomasse (ΔC_p) sont la somme des pertes annuelles dues à l'extraction de bois ($P_{\text{extraction de bois}}$), à la collecte de bois de chauffage ($P_{\text{bois de chauffage}}$) et aux perturbations ($P_{\text{perturbations}}$), équation 2.11 au chapitre 2.

L'*extraction de bois* ($P_{\text{extraction de bois}}$) est calculée à partir de l'équation 2.12 du chapitre 2, bois rond commercialisable sur écorce (H), facteur d'expansion et de conversion de la biomasse ($FECB_E$), fraction d'écorce dans le bois récolté ($F_{\text{écorce}}$), taux de biomasse souterraine par rapport à la biomasse aérienne (Tx), fraction de carbone dans la matière sèche (FC) et tableaux par défaut de la section 4.5.

Pour le pays hypothétique,

$FECB_E = 2,0 \text{ tonnes m.s. m}^{-3}$ (tableau 4.5 et utilisation du volume de stock en croissance $10 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$) ;

FEB par défaut $= 0,1 \text{ tonne m.s. (tonne m.s.)}^{-1}$;

$Tx = 0,40 \text{ tonne m.s. (tonne m.s.)}^{-1}$ pour la biomasse aérienne $< 50 \text{ t ha}^{-1}$ (tableau 4.4 et utilisation du tableau 4.8 pour la biomasse aérienne) ; et

$FC = 0,47 \text{ tonne C (tonne m.s.)}^{-1}$ (tableau 4.3).

$P_{\text{extraction de bois}} = 100 \text{ m}^3 \text{ an}^{-1} \bullet 2 \text{ tonnes m.s. m}^{-3} (1 + 0,40 + 0,1) \bullet 0,47 \text{ tonne C (tonne m.s.)}^{-1}$
 $= 141 \text{ tonnes C an}^{-1}$ (équation 2.12)

L'*extraction de bois de chauffage* ($P_{\text{bois de chauffage}}$) est calculée à partir de l'équation 2.13 du

chapitre 2, extraction de bois sur arbres entiers (FG_{arbres}), facteur d'expansion et de conversion de la biomasse ($FECB_E$), taux de biomasse souterraine par rapport à la biomasse aérienne (T_x), fraction de carbone de la matière sèche (FC) et tableaux par défaut de la section 4.5.

Pour le pays hypothétique,

$FECB_E$ = 2,0 tonnes m.s. m^{-3} (tableau 4.5 et utilisation du volume de stock en croissance $10 m^3 ha^{-1}$);

T_x = 0,40 tonne m.s. (tonne m.s.) $^{-1}$ pour la biomasse aérienne < 50 t ha^{-1} (tableau 4.4 et utilisation du tableau 4.8 pour la biomasse aérienne); et

FC = 0,47 tonne C (tonne m.s.) $^{-1}$ (tableau 4.3).

$P_{\text{bois de chauffage}}$ = $50 m^3 an^{-1} \bullet 2,0 \text{ tonnes m.s. } m^{-3} (1 + 0,40) \bullet 0,47 \text{ tonne C (tonne m.s.)}^{-1}$
= 65,80 tonnes C an^{-1} (équation 2.13)

Les pertes annuelles de carbone de la biomasse dues aux perturbations ($P_{\text{perturbations}}$) sont calculées à l'aide de l'équation 2.14 du chapitre 2, superficie affectée par les perturbations ($S_{\text{perturbations}}$), biomasse aérienne moyenne affectée (B_w), taux de biomasse souterraine par rapport à la biomasse aérienne (T_x), fraction de carbone de la matière sèche (FC), fraction de biomasse perdue à cause de la perturbation (f_p) et tableaux par défaut de la section 4.5. Pour le pays hypothétique,

f_p = 0,3;

T_x = 0,40 tonne m.s. (tonne m.s.) $^{-1}$ pour la biomasse aérienne < 50 t ha^{-1} (tableau 4.4 et utilisation du tableau 4.8 pour la biomasse aérienne); et

FC = 0,47 tonne C (tonne m.s.) $^{-1}$ (tableau 4.3).

$P_{\text{perturbations}}$ = $50 ha an^{-1} \bullet 1,0 \text{ tonnes m.s. } ha^{-1} (1 + 0,40) \bullet 0,47 \text{ tonne C (tonne m.s.)}^{-1} \bullet 0,3$
= 9,87 tonnes C an^{-1} (équation 2.14)

Diminution annuelle des stocks de carbone due aux pertes de biomasse (ΔC_p),

ΔC_p = $141,00 \text{ tonnes C } an^{-1} + 65,80 \text{ tonnes C } an^{-1} + 9,87 \text{ tonnes C } an^{-1}$
= 216,67 tonnes C an^{-1} (équation 2.11)

Variations annuelles des stocks de carbone de la biomasse (ΔC_B)

En utilisant le chapitre 2, équation 2.7 ($\Delta C_B = (\Delta C_G - \Delta C_p)$), on obtient :

$\Delta C_B = 2 632 \text{ tonnes C } an^{-1} - 216,67 \text{ tonnes C } an^{-1} = 2 415,33 \text{ tonnes C } an^{-1}$ (équation 2.7)

4.3.1.5 ÉVALUATION DES INCERTITUDES

Pour estimer les variations des stocks de carbone des *terres converties en terres forestières*, les facteurs d'émissions sont quasi identiques à ceux des *terres forestières restant terres forestières*. Toutefois ils se réfèrent aux terres converties en forêts dans les 20 ans précédant l'année d'inventaire (période de conversion par défaut). Les explications sur l'incertitude pour les *terres forestières restant terres forestières* sont également valables ici. Le niveau d'incertitude relatif à l'estimation des stocks de biomasse sur les terres avant et après la conversion sera certainement élevé. Cette incertitude peut être réduite en menant des études de terrain simples pour les catégories d'affectation des terres les plus importantes soumises aux conversions en terres forestières. Pour l'extraction de bois (bois rond industriel), le niveau d'incertitude sera probablement faible, car les pays disposent souvent de statistiques nationales sur les récoltes commerciales. Il pourra pourtant être difficile de séparer les récoltes commerciales dues au déboisement de celles qui entrent dans la catégorie *terres forestières restant terres forestières*. En tout état de cause, le niveau d'incertitude sera probablement élevé pour l'extraction et la collecte de bois de chauffage et les pertes de biomasse imputables aux perturbations. Pour réduire le niveau d'incertitude relatif aux méthodes commerciales et traditionnelles, on mènera des enquêtes échantillons dans différentes régions climatiques et socio-économiques.

Pour l'estimation des variations des stocks de carbone, les données sur les activités les plus importantes incluent la superficie de terres converties et les taux de pertes de biomasse au moment de la conversion initiale et après celle-ci. Le niveau d'incertitude relatif aux superficies de plantations gérées de manière intensive et extensive sera probablement faible car la plupart des pays ont des données sur les superficies boisées et reboisées.

Cette incertitude devra être réduite à l'aide d'une matrice des changements d'affectation des terres pour les *terres forestières restant terres forestières* et d'autres catégories des *terres converties en terres forestières*, en fonction de données télédéteectées ou d'autres techniques de surveillance. Avec un mélange de télédétection et d'enquêtes de terrain, on pourra obtenir un taux d'incertitude de seulement 10 à 15 %.

4.3.2 Matière organique morte

La présente section étudie les variations des stocks de carbone des pools de matière organique morte pour la catégorie d'affectation des terres *terres converties en terres forestières*. Les terres cultivées, prairies, établissements et autres catégories d'affectation des terres peuvent être converties en terres forestières par des plantations ou une régénération naturelle. Normalement, la plupart des terres non forestières présentent des pools de carbone importants pour le bois mort ou la litière. En conséquence, à l'hypothèse de niveau 1 on suppose que les stocks de carbone des pools de bois mort et de litière sont nuls, et que le carbone des pools de la matière organique morte augmente en fonction de la valeur des forêts matures sur une période donnée (20 ans par défaut). L'hypothèse de niveau 1 pour la conversion des forêts non gérées en forêts gérées est que les stocks de carbone de la matière organique morte des forêts non gérées sont similaires à ceux des forêts gérées. Il n'y aurait donc aucune variation des stocks de carbone à inclure dans les rapports. En réalité, si d'autres données sont égales les stocks de carbone de la matière organique morte des forêts non gérées sont plus élevés que ceux des forêts gérées parce que les récoltes extraient de la biomasse ligneuse qui contribuerait autrement à la dynamique de long terme des pools de MOM (Kurz *et al.*, 1998). Conformément aux *bonnes pratiques*, les pays dont les taux de conversion de forêts non gérées en forêts gérées sont élevés devront utiliser des méthodes de niveau plus élevé pour estimer les variations des stocks de carbone de la MOM en découlant.

Pour mettre en place des méthodes d'estimation des émissions et absorptions de carbone dans les pools de matière organique morte suite à une conversion de terres en terres forestières, il faudra disposer d'estimations des stocks de carbone juste avant et juste après la conversion, et d'estimations des superficies de terres converties pendant la période d'inventaire. Certaines des catégories d'affectation des terres non forestières comme les terres humides, établissements, terres cultivées et prairies peuvent présenter des pools de MOM aux stocks de carbone importants. On effectuera une évaluation de la pertinence de l'hypothèse de pools de MOM nuls pour les terres converties en terres forestières, conformément aux *bonnes pratiques*. Aux méthodes de niveau plus élevé, on pourra spécifier la taille initiale des pools de MOM (par exemple dans certaines catégories d'affectation des terres les pools de bois mort et de litière ne sont pas nuls) et quantifier la durée de la période de transition (20 ans par défaut) au cours de laquelle les pools de MOM varient en raison de la conversion en terres forestières.

4.3.2.1 CHOIX DE LA METHODE

Les méthodes générales d'estimation des variations des stocks de carbone des pools de matière organique morte sont présentées à la section 2.3.2 du chapitre 2. Le diagramme décisionnel de la figure 1.3 du chapitre 1 fournit des recommandations destinées à choisir le niveau approprié de mise en place des procédures d'estimation. Les estimations des stocks de carbone du bois mort et de la litière diffèrent souvent en fonction de l'affectation des terres précédente, du type de forêt et de la régénération.

Niveau 1

Au niveau 1, pour les *terres converties en terres forestières* on suppose que les pools de bois mort et de litière augmentent de manière linéaire à partir de zéro (à la catégorie non forestière d'affectation des terres) et jusqu'aux valeurs par défaut de la région climatique pendant une période T (actuellement, 20 ans par défaut pour les pools de carbone du bois mort et de la litière). Les activités humaines comme la collecte de bois de chauffage et certaines pratiques de sylviculture comme des élagages fréquents peuvent fortement affecter le taux d'accumulation de carbone dans les pools de bois mort et de litière. Conformément aux *bonnes pratiques*, on effectuera une évaluation des tailles par défaut des pools et des périodes de transitions supposées, afin de voir si elles sont raisonnables par rapport aux régimes climatiques et de gestion du pays. La période de 20 ans par défaut est appropriée pour les pools de litière mais sera sans doute trop courte pour les pools de bois mort, notamment dans les régions plus froides où la végétation pousse lentement. Si le temps d'accumulation des pools de MOM est plus long que la période par défaut, les hypothèses de niveau 1 pourraient surestimer les taux d'accumulation de carbone. Lorsque la superficie concernée par la conversion en forêt est grande, les *bonnes pratiques* exigent que l'on élabore des estimations nationales des taux d'accumulation de carbone dans la litière et le bois mort pour les terres converties en terres forestières.

Niveaux 2 et 3

Aux niveaux 2 ou 3, les variations des stocks de carbone des pools de bois mort et de litière peuvent être estimées à l'aide des deux méthodes décrites au chapitre 2 (équations 2.18 et 2.19 du chapitre 2).

Conformément aux *bonnes pratiques*, on stratifiera les superficies converties en terres forestières en fonction de l'affectation des terres précédente, des méthodes utilisées lors de la conversion (par exemple préparation du site, traitement de la biomasse résiduelle), et de la productivité et des caractéristiques de la forêt repoussant. Tous ces facteurs influencent l'importance et le taux de variation des stocks de carbone des pools de MOM sur les *terres converties en terres forestières*.

On encourage les pays utilisant des méthodes de niveau plus élevé à sélectionner des périodes de transition plus appropriées pour les stocks de carbone de la litière et du bois mort. Les pools de litière peuvent se stabiliser relativement rapidement au fur et à mesure que les entrées se mettent à l'équilibre avec les sorties. Les pools de bois mort présentent généralement des périodes de transition beaucoup plus longues pour passer de conditions non forestières à des conditions forestières. En outre, de nombreux facteurs affectent la taille des stocks de carbone de la litière et du bois mort ; on encourage donc les pays utilisant des niveaux plus élevés à sélectionner des valeurs pour les stocks de MOM à leur maturité qui reflètent les circonstances nationales de manière adéquate. Les pays utilisant des approches de niveau 3 par modélisation obtiendront des estimations des stocks de matière organique morte basées sur un équilibre simulé d'entrées et de sorties.

4.3.2.2 CHOIX DES FACTEURS D'EMISSION/ABSORPTION

Niveau 1

Les pays utilisant des méthodes de niveau 1 devront disposer de données sur les stocks de carbone par défaut du bois mort et de la litière pour les six catégories d'affectation des terres dans différentes régions climatiques, conformément au tableau 3.1 du chapitre 3. L'hypothèse de niveau 1 suppose que les stocks de carbone des pools de bois mort et de litière des catégories d'affectation des terres non forestières sont nuls. Pour les terres converties en terres forestières, les stocks de carbone des pools de litière et de bois mort sont supposés augmenter de manière linéaire au cours de la période de transition T (20 ans par défaut pour les stocks de C de la litière et du bois mort). En conséquence, le taux annuel d'augmentation est estimé en tant que différence entre les stocks de carbone des pools de MOM des catégories non forestières et forestières, et nombre d'années de la période de transition T.

Niveaux 2 et 3

Les méthodes de niveau plus élevé décrites au chapitre 4, section 4.2, *terres forestières restant terres forestières*, s'appliquent aussi aux *terres converties en terres forestières*. Pour estimer les impacts des pratiques de conversions d'affectation des terres (par exemple préparation du site et brûlage des rémanents), il faudra disposer de facteurs d'émissions et absorptions supplémentaires. D'autres valeurs pourront être nécessaires si l'on n'a pas pu justifier l'hypothèse selon laquelle les stocks de carbone des pools de litière et de bois mort des catégories d'affectation des terres non forestières sont nuls, comme dans certains systèmes d'agroforesterie, dans les établissements au couvert forestier important, ou dans d'autres circonstances. Puisque les inventaires forestiers n'incluent généralement pas ces superficies, le problème pourra se poser et on devra identifier d'autres données, ou mettre en place des programmes de collectes de mesures.

4.3.2.3 CHOIX DES DONNEES SUR LES ACTIVITES

À la méthode de niveau 1, on devra disposer de données sur les activités sur le taux annuel de conversion en terres forestières. Les données sur les activités devront correspondre à celles utilisées pour l'estimation des variations des stocks de carbone de la biomasse sur les *terres converties en terres forestières*, conformément aux principes décrits au chapitre 3. Les données sur les activités pourront être tirées des statistiques nationales ou d'enquêtes, ou obtenues auprès d'agences responsables de la gestion des forêts, d'agences de préservation de l'environnement, de municipalités, et d'organismes chargés de la cartographie. Si l'on utilise des programmes d'établissement des rapports, les bonnes pratiques exigent que l'on mette en place des procédures de vérification notamment par recoupement, afin d'obtenir une représentation des *terres converties en terres forestières* complète et cohérente, et pour éviter tout double comptage ou omission. Les données devront être désagrégées en fonction des catégories climatiques et des types de forêts généraux.

Les inventaires utilisant des niveaux plus élevés devront disposer d'informations plus complètes sur l'établissement de nouvelles forêts, avec des classes de sols et de climats, et une résolution spatiale et temporelle plus fine.

Toutes les variations des pools de matière organique morte au cours du nombre d'années (T) sélectionné comme période de transition devront être incluses. Les terres ayant subi une transition plus de T années auparavant seront transférées à la catégorie *terres forestières restant terres forestières* dans le rapport d'inventaire.

4.3.2.4 ÉTAPES DE CALCUL DE NIVEAU 1

Un résumé des étapes d'estimation des variations des stocks de carbone de la matière organique morte à l'aide des méthodes par défaut est fourni ici :

Étape 1 : Estimer la superficie convertie en terres forestières (au cours des 20 ans avant l'année d'inventaire) à partir d'autres catégories d'affectation des terres comme terres cultivées, prairies et établissements. Voir au chapitre 3 la description précise des approches à l'estimation des *terres converties en terres forestières*.

Étape 2 : Selon l'hypothèse de niveau 1, les stocks de carbone de la matière organique morte (bois mort et litière) des terres non forestières sont nuls. Si le pays ne dispose pas de données spécifiques sur les stocks de carbone du bois mort et de la litière, désagréger les superficies converties en terres forestières par catégories d'affectation des terres d'origine (prairies, terres cultivées, etc.) en utilisant les mêmes catégories que celles des estimations de la matière organique morte. Les valeurs par défaut des stocks de carbone de la litière dans les terres forestières sont fournies au tableau 2.2. On ne dispose pas d'estimations par défaut régionales statistiquement valides pour les stocks de carbone du bois mort des forêts.

Étape 3 : Estimer l'accroissement annuel moyen des stocks de matière organique morte séparément pour le bois mort et la litière, en divisant la différence des stocks de carbone avant et après la conversion par la période de transition (équation 2.23 du chapitre 2). L'hypothèse par défaut de niveau 1 suppose que les stocks de carbone de la matière organique morte non forestière sont nuls et que la période de transition est de 20 ans.

Étape 4 : Estimer les variations annuelles des stocks de carbone de la matière organique morte sur les *terres converties en terres forestières* en multipliant l'accroissement annuel moyen (étape 3) par la superficie de terres converties en terres forestières au cours des 20 dernières années (par défaut).

4.3.2.5 ÉVALUATION DES INCERTITUDES

En général le taux d'incertitude des pools de matière organique morte est plus élevé que celui des estimations de biomasse parce qu'il est rare que l'on dispose d'autant de données pour les pools de MOM que pour les pools de biomasse. Le tableau 3.7 présente les incertitudes relatives aux estimations de superficies à l'aide des approches du chapitre 3 ; les incertitudes relatives à l'évaluation des variations des stocks de carbone de la matière organique morte pourront être plusieurs fois plus importantes que celles des estimations des variations des stocks de la biomasse à l'aide des coefficients par défaut.

Bien qu'il existe relativement peu d'estimations publiées ou autres des incertitudes relatives aux variations des stocks de carbone des pools de MOM, plusieurs sources d'incertitudes peuvent être identifiées pour l'estimation des variations des stocks de carbone des pools de matière organique morte sur les *terres converties en terres forestières*. Premièrement, l'hypothèse selon laquelle les stocks de carbone de la MOM sont nuls dans les terres non forestières n'est pas toujours justifiée. Une sous-estimation de la véritable taille initiale des stocks de MOM entraînera une surestimation des véritables taux d'accumulation. Deuxièmement, il y aura probablement des biais dans les valeurs par défaut des tailles des stocks de carbone de la litière et du bois mort parce qu'elles seront basées sur des estimations de terres qui ont été des terres forestières pendant longtemps. En conséquence, les tailles des stocks à la fin de la période de transition pourront avoir été surestimées encore une fois, menant à des surestimations des taux d'accumulation. Troisièmement, la période de transition par défaut peut être trop longue pour les stocks de carbone de la litière, entraînant des sous-estimations des véritables taux d'accumulation. Cependant l'hypothèse par défaut pour le pool de bois mort, actuellement fixée à 20 ans, sera probablement trop courte. Le taux d'accumulation du carbone dans le pool de bois mort pourra donc être surestimé.

4.3.3 Carbone des sols

Les conversions des terres sur les sols minéraux tendent soit à maintenir des niveaux de stockage du C similaires, soit à créer des conditions d'augmentation des stocks de C des sols, notamment lorsque la terre a déjà été gérée à des fins de production de récoltes annuelles (Post et Kwon, 2000). Pourtant, dans certaines circonstances, on a observé que la conversion de prairies en terres forestières entraînait de faibles pertes de C dans les sols minéraux pendant plusieurs décennies après la conversion (Davis et Condrón, 2002 ; Paul *et al.*, 2002). Les émissions de C des sols organiques varieront en fonction de l'affectation passée et du niveau de drainage. Plus spécifiquement, les conversions de terres cultivées auront tendance à faire diminuer les émissions ; les conversions de prairies maintiendront probablement les taux d'émissions ; et les conversions de terres humides feront souvent augmenter les émissions de C.

La section 2.3.3 du chapitre 2 fournit des informations générales et des lignes directrices sur l'estimation des variations des stocks de C des sols (avec des équations) : elle est à lire avant d'étudier les lignes directrices

spécifiques aux stocks de C des sols forestiers. Les variations totales des stocks de C des sols des *terres converties en terres forestières* sont estimées à l'aide de l'équation 2.24 du chapitre 2, qui combine les variations des stocks de C organique des sols pour les sols minéraux et organiques, et les variations des stocks de carbone des pools de C inorganique des sols (niveau 3 uniquement). La présente section fournit des recommandations spécifiques sur l'estimation des variations des stocks de C organique des sols ; une discussion générale du C inorganique des sols est fournie à la section 2.3.3.1 du chapitre 2 (la section suivante, relative aux terres forestières, ne fournit aucune information supplémentaire à ce sujet).

Pour estimer les variations des stocks de C des sols associées aux *terres converties en terres forestières*, les pays doivent disposer au minimum d'estimations de la superficie des terres converties en terres forestières au moment de la période d'inventaire, stratifiées par région climatique et type de sol. Si les données sur l'affectation et la gestion des terres sont limitées, des données sur les activités d'approche 1 pourront être utilisées comme point de départ, en plus des opinions des experts du pays quant à la distribution approximative des types d'affectation des terres converties. Lorsqu'on ne connaît pas les anciennes affectations et conversions des terres pour les *terres converties en terres forestières*, les variations des stocks de COS pourront tout de même être calculées à l'aide des méthodes fournies dans la section *terres forestières restant terres forestières*, mais la base des terres sera probablement différente pour les forêts dans l'année en cours par rapport à l'année initiale de l'inventaire. Il est toutefois essentiel que la superficie totale pour tous les secteurs d'affectation des terres soit égale sur toute la période d'inventaire (par exemple si 5 millions ha sont convertis de terres cultivées et prairies en terres forestières pendant la période d'inventaire, les terres forestières gagneront 5 millions ha et les terres cultivées et prairies perdront ces 5 millions ha correspondant pendant la dernière année d'inventaire) ; et la totalité des changements sera estimée en additionnant les stocks de COS sur toutes les affectations des terres. Les *terres converties en terres forestières* sont stratifiées en fonction des régions climatiques et des principaux types de sols, en utilisant des classifications par défaut ou spécifiques au pays. Pour ce faire, on pourra superposer des cartes des sols et des climats, et utiliser en plus des données spatialement explicites sur l'emplacement des conversions de terres.

Les inventaires pourront être élaborés suivant des approches de niveau 1, 2 ou 3, chaque niveau requérant successivement plus de précisions et de ressources que le précédent. Certains pays emploieront différents niveaux pour préparer leurs estimations des divers éléments de cette catégorie de source (soit, variations des stocks du C organique des sols dans les sols minéraux et organiques, et variations des stocks associées aux pools de C inorganique des sols).

4.3.3.1 CHOIX DE LA METHODE

Pour élaborer les inventaires, les pays ont le choix entre des approches de niveau 1, 2 ou 3, mais ils peuvent également choisir d'utiliser différents niveaux pour les sols organiques et minéraux. La section 2.3.3.1 du chapitre 2 propose des diagrammes décisionnels pour les sols minéraux (figure 2.4) et les sols organiques (figure 2.5) afin d'aider les compilateurs d'inventaires à sélectionner le niveau approprié pour l'inventaire du C des sols de leur pays.

Sols minéraux

Niveau 1

Les variations des stocks de C organique des sols peuvent être estimées pour les sols minéraux ayant connu des conversions de terres vers des terres forestières à l'aide de l'équation 2.25 (chapitre 2). Au niveau 1, le stock de C organique des sols initial (avant la conversion) ($COS_{(0-T)}$) et le stock de C de la dernière année de la période d'inventaire (COS_0) sont déterminés à partir de l'ensemble commun de référence des stocks de C organique des sols (COS_{REF}) et des facteurs de variation des stocks par défaut (F_{AT} , $F_{Gestion}$, $F_{Entrées}$) permettant de décrire l'affectation et la gestion des terres avant et après la conversion. À noter que les superficies de roches exposées dans les terres forestières ou l'ancienne affectation des terres ne sont pas incluses dans le calcul des stocks de C des sols (hypothèse d'un stock nul). Les taux annuels de variations des stocks sont calculés en tant que différence entre les stocks (dans le temps) divisée par la dépendance temporelle (D) des facteurs de variation des stocks (20 ans par défaut).

Niveau 2

À l'approche de niveau 2 pour les sols minéraux, on emploie aussi l'équation 2.25 (chapitre 2), mais avec des stocks de C de référence et/ou des facteurs de variation des stocks spécifiques aux régions ou au pays et éventuellement des données sur les activités sur les affectations des terres et l'environnement désagrégées.

Niveau 3

Aux approches de niveau 3, on aura des modèles spécifiques au pays plus précis, et/ou des approches basées sur des mesures et des données d'affectation et de gestion des terres très désagrégées. Conformément aux *bonnes pratiques*, les approches de niveau 3 d'estimation des variations du C des sols imputables aux conversions

d'affectation des terres vers des terres forestières utiliseront des modèles, des réseaux de surveillance et/ou des ensembles de données capables de représenter les transitions dans le temps à partir d'autres affectations des terres, comme les prairies, les terres cultivées et éventuellement les établissements et autres affectations des terres. Les modèles devront avoir été évalués en faisant des observations indépendantes sur des emplacements spécifiques au pays ou à la région représentatifs des influences du climat, des sols et du type de forêt/de la gestion forestière sur les variations des stocks de C des sols post conversion.

Sols organiques

Niveau 1 et niveau 2

Les *terres converties en terres forestières* sur des sols organiques pendant la période d'inventaire sont traitées de la même manière que les *terres forestières restant terres forestières* sur des sols organiques. Les pertes de C des terres forestières nouvellement converties sont calculées à l'aide de l'équation 2.26 (chapitre 2) si les sols sont drainés. Des recommandations supplémentaires sur les approches de niveaux 1 et 2 sont fournies à la section 4.3.3.1.

Niveau 3

Comme pour les sols minéraux, l'approche de niveau 3 signifie l'utilisation de modèles spécifiques au pays et/ou d'approches basées sur des mesures, ainsi que des données d'affectation et de gestion des terres très désagrégées (voir la section ci-dessus sur les sols minéraux)

4.3.3.2 CHOIX DES FACTEURS D'EMISSIONS ET DE VARIATIONS DES STOCKS

Sols minéraux

Niveau 1

Pour les terres non gérées indigènes, et pour les terres forestières gérées, les établissements et les prairies en théorie gérées dont les régimes de perturbations sont faibles, on suppose que les stocks de C des sols sont égaux aux valeurs de référence (soit, affectation des terres, perturbations (forêts uniquement), gestion et facteurs d'entrées égalent 1). Il sera toutefois nécessaire d'appliquer les facteurs de variation des stocks appropriés afin de représenter d'autres systèmes qui pourraient être convertis en terres forestières, comme les prairies améliorées ou dégradées, ainsi que tous les systèmes de terres cultivées. Pour les facteurs de variation des stocks par défaut, voir la section correspondant à l'affectation des terres (4.2.3.2 pour les terres forestières, 5.2.3.2 pour les terres cultivées, 6.2.3.2 pour les prairies, 8.2.3.2 pour les établissements, et 9.3.3.2 pour les autres terres). Les stocks de C de référence par défaut se trouvent au tableau 2.3 (chapitre 2).

Niveau 2

Pour l'approche de niveau 2, l'élément le plus important est l'estimation de facteurs de variation des stocks spécifiques au pays. Les différences des stocks de C organique des sols entre les affectations des terres sont calculées par rapport à une condition de référence. Si l'on utilise les stocks de C de référence par défaut, la condition de référence sera la végétation indigène ni dégradée ni améliorée par des pratiques d'exploitation et d'affectation des terres. Les facteurs de variation des stocks pour la conversion d'affectation des terres vers des forêts indigènes seront égaux à 1 si la forêt représente une condition de référence. En revanche, les facteurs de variation des stocks devront être dérivés pour les *terres converties en terres forestières* qui ne représentent pas la condition de référence, en prenant en compte l'influence des perturbations (F_p), des entrées ($F_{\text{Entrées}}$) et de la gestion (F_{Gestion}), et en utilisant ensuite leurs valeurs pour affiner encore plus les stocks de C du nouveau système forestier. Pour obtenir des informations sur la dérivation des facteurs de variation des stocks pour d'autres secteurs d'affectation des terres, voir la section leur correspondant (5.2.3.2 pour les terres cultivées, 6.2.3.2 pour les prairies, 8.2.3.2 pour les établissements, et 9.3.3.2 pour les autres terres).

Pour une approche de niveau 2, les stocks de C de référence peuvent également être tirés des données spécifiques au pays. Néanmoins, les valeurs de référence doivent rester cohérents avec les affectations des terres (c'est-à-dire terres forestières, terres cultivées, prairies, établissements et autres terres); les diverses équipes gérant les inventaires de C des sols au secteur AFAT doivent donc se coordonner.

Niveau 3

Il est peu probable qu'on puisse estimer des facteurs de variation des stocks en soi constants, mais plutôt des taux variables qui captureront plus exactement les effets des affectations et de la gestion des terres. Lire à la section 2.3.3.1 (chapitre 2) une discussion plus élaborée du sujet.

Sols organiques**Niveau 1 et niveau 2**

Les *terres converties en terres forestières* sur des sols organiques pendant la période d'inventaire sont traitées de la même manière que les *terres forestières restant terres forestières* sur des sols organiques : c'est-à-dire qu'on applique un facteur d'émissions constant, basé sur le régime climatique. Le tableau 4.6 (section 4.5) présente les facteurs d'émission de niveau 1 ; pour le niveau 2, on dérivera les facteurs d'émission à partir de données spécifiques à la région ou au pays.

Niveau 3

Il est peu probable qu'on puisse estimer des facteurs de taux d'émissions en soi constants, mais plutôt des taux variables qui captureront plus exactement les effets des affectations et de la gestion des terres. Lire à la section 2.3.3.1 (chapitre 2) une discussion plus élaborée du sujet.

4.3.3.3 CHOIX DES DONNEES SUR LES ACTIVITES**Sols minéraux****Niveau 1 et niveau 2**

Pour estimer les variations des stocks de carbone des sols, il faut stratifier les estimations des superficies des *terres converties en terres forestières* en fonction des grandes régions climatiques et principaux types de sols. Pour ce faire, on pourra superposer des cartes des sols et des climats, et utiliser en plus des données spatialement explicites sur l'emplacement des conversions de terres. Des descriptions précises des méthodes de classification des climats et des sols par défaut sont fournies au chapitre 3. Pour l'utilisation des données sur les activités relatives à l'affectation et la gestion des terres, des informations spécifiques sont fournies dans toutes les sections traitant des différentes affectations des terres (4.2.3.2 pour les terres forestières, 5.2.3.2 pour les terres cultivées, 6.2.3.2 pour les prairies, 8.2.3.2 pour les établissements, et 9.3.3.2 pour les autres terres).

Le type de données disponibles sur les activités d'affectation et de gestion des terres est une question essentielle pour l'évaluation des impacts des *terres converties en terres forestières* sur les stocks de C organique des sols. Les données sur les activités rassemblées aux approches 2 ou 3 (lire au chapitre 3 plus d'informations sur les approches) permettent de déterminer l'affectation des terres précédente pour les *terres converties en terres forestières*. Au contraire, les données agrégées (approche 1, chapitre 3) ne fournissent que la superficie totale de chaque affectation des terres et ne permettent pas de déterminer les transitions spécifiques. L'affectation des terres précédant la conversion en terres forestières restera donc inconnue. Aux méthodes de niveau 1 ou 2, ce n'est pas un problème car le calcul n'est pas dynamique et part de l'hypothèse qu'il y a un changement d'un état d'équilibre à un autre. Avec les données agrégées (approche 1), les variations des stocks de C organique des sols peuvent être calculées séparément pour chaque secteur d'affectation des terres, puis combinées pour obtenir les variations totales des stocks. Certaines variations des stocks seront dues à la taille plus ou moins grande d'un secteur particulier, mais ces variations de la base des terres seront contrebalancées par l'augmentation ou la diminution équivalente de la superficie de terres d'un autre secteur. Avec cette approche, il sera nécessaire de coordonner chaque secteur pour que la base des terres totale soit toujours constante, en gardant à l'esprit que certains secteurs perdront ou gagneront des superficies de terres à chaque année d'inventaire, en raison des changements d'affectation des terres.

Niveau 3

Au niveau 3, pour appliquer des modèles dynamiques et/ou effectuer un inventaire direct basé sur des mesures, les pays devront disposer de données aussi précises, voire plus précises qu'aux niveaux 1 et 2 sur les combinaisons de climats, de sols, de topographie et de gestion ; toutefois les besoins exacts dépendront du modèle ou du plan de mesures.

Sols organiques**Niveau 1 et niveau 2**

Les *terres converties en terres forestières* sur des sols organiques pendant la période d'inventaire sont traitées de la même manière que les *terres forestières restant terres forestières* sur des sols organiques ; voir section 4.2.3.3.

Niveau 3

Comme pour les sols minéraux, les approches de niveau 3 nécessiteront des données plus précises qu'aux niveaux 1 et 2 sur les combinaisons de climats, de sols, de topographie et de gestion ; toutefois les besoins exacts dépendront du modèle ou du plan de mesures.

4.3.3.4 ÉTAPES DE CALCUL DE NIVEAU 1

Sols minéraux

Les étapes d'estimation de COS_0 et $COS_{(0-T)}$ et des variations nettes des stocks de C des sols par ha de *terres converties en terres forestières* sont les suivantes :

Étape 1 : Déterminer l'affectation et la gestion des terres par types de sols minéraux et régions climatiques pour les terres au début de la période d'inventaire, qui peut varier en fonction de l'intervalle des données sur les activités (0-T ; par exemple il y a 5, 10 ou 20 ans).

Étape 2 : Sélectionner les valeurs des stocks de C de référence (COS_{REF}), en fonction du climat et du type de sols tirés du tableau 2.3, pour toutes les superficies de terres inventoriées. Pour veiller à ne pas calculer des variations erronées des stocks de C à cause des différences entre les valeurs des stocks de référence des différents secteurs, on utilisera des stocks de C de référence identiques pour toutes les catégories d'affectation des terres.

Étape 3 : Sélectionner le facteur d'affectation des terres (F_{AFT}), le facteur de gestion ($F_{Gestion}$) et des niveaux d'entrées de C ($F_{Entrées}$) représentant le système d'affectation et de gestion des terres existant avant la conversion en forêts. Les valeurs de F_{AFT} , $F_{Gestion}$ et $F_{Entrées}$ sont fournies aux sections traitant de chaque secteur d'affectation des terres (terres cultivées au chapitre 5, et prairies au chapitre 6).

Étape 4 : Multiplier ces valeurs par le stock de C des sols de référence pour estimer le stock de C organique des sols « initial » ($COS_{(0-T)}$) pour la période d'inventaire.

Étape 5 : Estimer COS_0 en répétant les étapes 1 à 4 à l'aide des mêmes stocks de C indigènes de référence (COS_{REF}), mais avec des facteurs d'affectation et de gestion des terres et d'entrées qui permettent de représenter les conditions de la dernière année d'inventaire (an 0). Au niveau 1, on suppose que tous les facteurs de variation des stocks sont égaux à 1 pour les terres forestières. Au niveau 2, on devra utiliser des valeurs différentes pour ces facteurs sur les terres forestières récemment converties, en fonction des données spécifiques au pays.

Étape 6 : Estimer les variations annuelles moyennes des stocks de C des sols pour la superficie pendant la période d'inventaire, $\Delta C_{CC_{Minéraux}}$, (voir l'équation 2.25 au chapitre 2).

Étape 7 : Répéter les étapes 1 à 6 s'il y a des périodes d'inventaire supplémentaires (par exemple 1990 à 2000, 2001 à 2010, etc.).

L'exemple numérique ci-dessous traite du boisement de sols de terres cultivées.

Exemple : Une superficie de 100 000 ha de terres cultivées a été plantée pour en faire une forêt. Le sol est un ultisol dans un climat tropical humide, qui présente un stock indigène de référence, COS_{Ref} (0-30 cm), de 47 tonnes C ha⁻¹ (tableau 2.3). L'affectation des terres précédente était caractérisée par des récoltes annuelles en lignes, avec labourage conventionnel, sans engrais, et extraction des résidus de récoltes ; le stock de carbone des sols au début de la période d'inventaire (dans cet exemple, 5 ans auparavant, en 1995) était ($SOC_{Ref} \bullet F_{AFT} \bullet F_{Gestion} \bullet F_{Entrées}$) = 47 tonnes C ha⁻¹ • 0,48 • 1 • 0,92 = 20,8 tonnes C ha⁻¹ (voir au tableau 5.5 du chapitre 5 les facteurs de variation des stocks des terres cultivées). Au niveau 1, on suppose que les forêts gérées ont pour condition de référence les mêmes stocks de C des sols (soit, tous les facteurs de variation des stocks sont égaux à 1). En conséquence, les variations annuelles moyennes des stocks de C des sols pour la superficie pendant la période d'inventaire sont estimées ainsi : 47 tonnes C ha⁻¹ – 20,8 tonnes C ha⁻¹) / 20 ans = 1,3 tonnes C ha⁻¹ an⁻¹. Pour la superficie reboisée, on a une augmentation de 131,000 tonnes C an⁻¹. (Note : 20 ans est la dépendance temporelle du facteur de variation des stocks, c'est-à-dire du facteur représentant le taux annuel de variation sur 20 ans.)

Sols organiques

Les étapes de calcul sont les mêmes que celles décrites à la section 4.2.3.4 ci-dessus.

4.3.3.5 ÉVALUATION DES INCERTITUDES

Fondamentalement, les analyses d'incertitude pour les *terres converties en terres forestières* sont les mêmes que pour les *terres forestières restant terres forestières*. Il existe trois grandes sources d'incertitude : 1) les incertitudes relatives aux affectations et exploitation des terres et aux données sur l'environnement ; 2) les incertitudes relatives aux stocks de C des sols de référence si l'on utilise des approches de niveaux 1 ou 2

(uniquement sols minéraux) ; et 3) les incertitudes relatives aux facteurs d'émissions/de variations des stocks aux approches de niveaux 1 et 2, aux erreurs relatives à la structure du modèle/paramètre aux approches basées sur des modèles, au niveau 3, ou aux erreurs de mesures/la variabilité de l'échantillonnage associées aux inventaires basés sur des mesures au niveau 3. Pour plus de précisions, lire la section sur les incertitudes des *terres forestières restant terres forestières* (Section 4.2.3.5).

4.3.4 Émissions de gaz à effet de serre sans CO₂ dues au brûlage de biomasse

Les recommandations relatives à l'estimation des émissions de gaz à effet de serre sans CO₂ dues au brûlage de biomasse ou au feu sur les *terres converties en terres forestières* se trouvent à la section 4.2.4. Des recommandations générales sont aussi fournies à la section 2.4 du chapitre 2.

Les recommandations pour l'estimation des émissions de N₂O des sols forestiers sont fournies au chapitre 11.

4.4 EXHAUSTIVITE, SERIES TEMPORELLES, AQ/CQ, ETABLISSEMENT DE RAPPORTS ET DOCUMENTATION

4.4.1 Exhaustivité

Les inventaires des gaz à effet de serre doivent être exhaustifs, et conformément aux *bonnes pratiques* on comptabilisera tous les gains et toutes les pertes de carbone des forêts, y compris les produits ligneux récoltés. Les inventaires des gaz à effet de serre des terres forestières devront inclure toutes les terres des terres forestières et toutes les catégories d'affectation des terres converties en terres forestières. Conformément aux *bonnes pratiques*, on inclura à des fins d'exhaustivité tous les pools de carbone et tous les gaz à effet de serre sans CO₂. La section 11.2 du chapitre 11 donne des conseils relatifs aux émissions de N₂O imputables aux sols organiques drainés. La superficie forestière utilisée pour le calcul des différents pools de carbone devra rester constante. Les émissions des sols organiques et les émissions et absorptions attribuées aux changements d'affectation des terres sur les sols minéraux doivent être estimées. Les niveaux plus élevés incluront en plus l'impact des régimes de perturbations naturelles et de gestion sur les stocks de C des sols minéraux ou les émissions des sols organiques, en incorporant des informations spécifiques au pays. Il faudra effectuer un décompte complet des émissions et absorptions de CO₂ associées aux *terres forestières restant terres forestières* et aux terres *converties en terres forestières*, ou dues aux effets du brûlage de biomasse dans les terres forestières gérées (et non gérées le cas échéant). Selon les *bonnes pratiques*, toutes les pertes des pools de carbone de la biomasse entraînant des transferts vers les pools de la matière organique morte seront tout d'abord comptées comme des variations des stocks de carbone de la biomasse. Les pays utilisant des méthodes d'estimation de niveau 1 ne compteront pas les émissions de carbone des pools de MOM dues au feu ou à d'autres perturbations, conformément aux *bonnes pratiques*, parce qu'on suppose que toutes les entrées des pools de MOM sont relâchées dans l'année. En conséquence, les méthodes de niveau 1 excluent également le décompte des augmentations des pools de MOM dues à des perturbations naturelles.

4.4.2 Développement d'une série temporelle cohérente

Les *bonnes pratiques* exigent le développement d'une série temporelle cohérente pour les inventaires des émissions et absorptions de gaz à effet de serre anthropiques pour toutes les catégories AFAT, à l'aide des recommandations du chapitre 5, volume 1. Étant donné que les données sur les activités peuvent n'être disponibles qu'à certaines années, pour obtenir une série temporelle cohérente on pourra devoir interpoler ou extrapoler à partir de tendances ou de séries temporelles plus longues, en utilisant éventuellement des informations relatives aux changements de politiques forestières et des programmes incitatifs.

Pour effectuer un décompte cohérent dans le temps des superficies de terres incluses dans les inventaires des émissions et absorptions de C des sols et de la biomasse, les données sur les activités de toutes les catégories d'affectation des terres devront être stratifiées selon une définition commune des climats et des types de sols. Ceci permettra d'éviter que les superficies soumises à un changement d'affectation des terres soient perdues ou comptées deux fois en raison d'erreurs dues à des définitions incohérentes du climat et des types de forêts et des strates des sols dans d'autres catégories d'affectation des terres. Pour estimer les émissions et absorptions de gaz à effet de serre aux niveaux 1, 2 ou 3, on emploiera dans l'idéal le même protocole (stratégie d'échantillonnage, méthode, etc.) de manière cohérente pour chaque année de la série temporelle, avec le même niveau de

désagrégation. En outre, si l'on utilise des données spécifiques au pays, les bonnes pratiques exigent qu'on prenne les mêmes méthodes et coefficients pour les calculs équivalents à tout moment de la série temporelle.

Toutefois, plus on dispose de sources de données et d'informations, plus on améliorera les capacités des inventaires, et par conséquent il faudra inclure les nouvelles catégories de sources et de puits ou passer à un niveau supérieur, et mettre à jour et affiner les méthodes et données utilisées pour calculer les estimations. Dans ces circonstances, on considère comme *bonne pratique* de recalculer les émissions et absorptions passées de manière cohérente. Dans certains cas, lorsque manquent certaines données passées, on pourra devoir les estimer à partir d'autres sources de données. Par exemple, les *Lignes directrices GIEC 2006* exigent désormais une estimation des émissions de CO₂ et sans CO₂ des forêts, alors que celles-ci n'étaient pas incluses dans les lignes directrices 1996 (voir chapitre 1). Le niveau de précision et de connaissances sur les estimations d'émissions des sols s'améliorera peu à peu ; en conséquence il faudra recalculer les inventaires passés afin de prendre en compte les nouvelles données et/ou méthodes. Les variations des sols des forêts se détectent rarement à des échelles temporelles plus fines qu'une décennie ; par conséquent il sera nécessaire d'interpoler entre les mesures afin d'obtenir des estimations annuelles des émissions et absorptions. Les changements des types de forêts, des pratiques et des perturbations devront être suivis pendant des périodes de temps longues, déterminées par exemple par la dynamique du carbone des sols ou les cycles de rotation des forêts lorsque ceux-ci sont suivis spécifiquement par des calculs de modèles précis.

Pour les pays utilisant des méthodes de niveau 1, les estimations des variations des stocks de MOM ne doivent être faites que lorsqu'il y a un changement d'affectation des terres en terres forestières ou à partir de terres forestières. Selon les *bonnes pratiques*, on recalculera toutes les données de la série temporelle si les valeurs par défaut des pools de carbone de la litière et du bois mort ou la durée des périodes de transition ont changé. Les *bonnes pratiques* exigent aussi un recalcul des estimations de toute la série temporelle si les données sur les activités, comme le taux de changements d'affectation des terres, ont changé. À l'avenir, un nombre plus élevé de données d'échantillons ou de parcelles de terre sur les stocks de carbone du bois mort et de la litière sera disponible : les pays devront donc certainement améliorer les modèles utilisés aux procédures d'estimations de niveau plus élevé. Les *bonnes pratiques* exigent l'utilisation des mêmes valeurs paramétriques pour le modèle (taux de chute de litière, taux de décomposition, impacts des perturbations, par exemple) sur toute la série temporelle, et le recalcul de toute la série temporelle si un ou deux paramètres du modèle a changé, faute de quoi on pourrait obtenir des sources ou puits artificiels, par exemple en raison des modifications du taux de décomposition.

4.4.3 Assurance de la qualité et contrôle de la qualité

Les estimations d'inventaires des gaz à effet de serre des terres forestières peuvent présenter des caractéristiques à différents niveaux de précision, d'exactitude et de biais. En outre, les estimations sont influencées par la qualité et la cohérence des données et des informations disponibles dans un pays, mais aussi par les lacunes en matière de connaissances. De plus, en fonction du niveau choisi par le pays, les estimations peuvent être affectées par diverses sources d'erreurs comme des erreurs d'échantillonnage, d'évaluation, de classification d'images télédéteectées et de modélisation, qui peuvent se propager à l'estimation globale.

Les *bonnes pratiques* exigent que l'on mène des contrôles de qualité *via* des procédures d'assurance de la qualité (AQ) et de contrôle de la qualité (CQ), et des révisions des procédures d'estimations des émissions faites par des spécialistes. Des vérifications supplémentaires du contrôle de la qualité, telles que les procédures de niveau 2 du chapitre 6 au volume 1, et des procédures d'assurance de la qualité peuvent aussi être applicables, en particulier si des méthodes de niveaux supérieurs sont utilisées pour déterminer les émissions. Selon les *bonnes pratiques*, on ajoutera des procédures par catégorie spécifiques aux sources aux procédures d'AQ/CQ générales relatives au traitement et au maniement des données et à l'établissement de rapports et la documentation. Les procédures d'AQ/CQ devront être documentées séparément pour les *terres forestières restant terres forestières* et les *terres converties en terres forestières*.

Les organismes responsables de la collecte des données sont chargés de revoir les méthodes de collecte des données, d'évaluer si les données sont bien collectées et agrégées ou désagrégées de manière correcte, et de vérifier les données par recoupement avec d'autres sources de données et les années passées, pour veiller à ce qu'elles soient réalistes, complètes et cohérentes dans le temps. Les données de la FAO devront être vérifiées par recoupement avec d'autres sources nationales à des fins d'exactitude et de cohérence. Les bases sur lesquelles se repose l'estimation (enquêtes statistiques ou « estimations de bureau », par exemple) devront être révisées et décrites lors de la procédure de CQ. La documentation est un élément essentiel du processus de révision car elle permet aux réviseurs d'identifier les inexactitudes et les lacunes et de suggérer des améliorations. La documentation et la transparence lors de l'établissement de rapports sont particulièrement importantes pour les catégories de source très incertaines et afin de fournir les raisons des divergences entre les facteurs spécifiques au pays et les facteurs par défaut ou ceux d'autres pays. Les pays aux conditions (écologiques) similaires sont

encouragés à collaborer pour l'affinement des méthodes, des facteurs d'émissions et de l'évaluation des incertitudes.

Vérification des données sur les activités : L'agence chargée de l'inventaire devra, si possible, vérifier les données de toutes les superficies de terres gérées, en les comparant avec des sources indépendantes. La base de données de la FAO pourra représenter la principale source de données pour de nombreux pays, auquel cas les données devront être vérifiées par recoupement avec d'autres sources. Toute différence notée en matière de superficies devra être documentée en vue d'être révisée. Les sommes des superficies des données sur les activités devront être additionnées pour toutes les catégories d'affectation des terres afin de veiller à ce que la superficie totale utilisée dans l'inventaire et sa stratification par climats et types de sols reste constante dans le temps. Ainsi, on s'assurera qu'aucune superficie de terres forestières n'est ni « créée » ni « perdue » dans le temps, ce qui entraînerait des erreurs importantes dans l'inventaire. Si l'agence chargée des inventaires utilise des données spécifiques au pays (comme des données sur les taux de croissance de la biomasse et de la biomasse sur pied, la fraction de carbone de la biomasse aérienne et les facteurs d'expansion de la biomasse, et des estimations de la consommation d'engrais synthétique), elle devra les comparer aux valeurs par défaut du GIEC ou à la base de données des facteurs d'émissions (EFDB) et noter les différences.

Les paramètres spécifiques au pays devront être de grande qualité, de préférence des données expérimentales revues par des spécialistes, décrites et documentées de manière adéquate. On encourage les agences chargées de l'inventaire à s'assurer que des méthodes conformes aux *bonnes pratiques* ont été utilisées, et que les résultats sont vérifiés par des spécialistes. Pour valider la fiabilité des chiffres des rapports établis, on pourra faire des évaluations sur des superficies tests.

Révision interne et externe : Les processus de révision présentés au chapitre 8 du volume 1 devront être menés par des experts n'ayant de préférence pas pris part directement à l'élaboration de l'inventaire. L'agence chargée de l'inventaire devra demander à des spécialistes en absorptions et émissions de gaz à effet de serre dans le secteur AFAT de mener une révision experte des méthodes et des données utilisées. Étant donnée la nature aussi complexe que spéciale des paramètres utilisés pour calculer les facteurs spécifiques au pays de certaines catégories, les révisions devront être menées par des spécialistes choisis du domaine. Si les facteurs des sols se basent sur des mesures directes, l'agence chargée de l'inventaire devra revoir les mesures afin de s'assurer qu'elles sont représentatives des plages réelles des conditions environnementales, de la gestion des sols et de la variabilité climatique interannuelle, et qu'elles ont été menées conformément aux normes acceptées. Le protocole AQ/CQ utilisé sur les sites devra également être revu et les estimations en résultant devront être comparées entre sites et avec des valeurs par défaut.

Conformément aux *bonnes pratiques*, les pays utilisant des méthodes de niveau 1 réviseront et modifieront le cas échéant les hypothèses par défaut relatives aux stocks de carbone des pools de litière et de bois mort nécessaires à l'estimation des pertes de carbone suite à un déboisement. Les pays utilisant des méthodes de niveau plus élevé sont encouragés à calculer des indicateurs intermédiaires des modèles employés pour élaborer des estimations des variations des stocks de MOM. Par exemple, les procédures d'AQ/CQ pourraient comparer les estimations des tailles des stocks, des entrées de chute de litière, des pertes dues à la décomposition, etc., avec les valeurs publiées existantes et d'autres publications spécialistes. Si possible, les bonnes pratiques exigent également que les estimations des modèles soient comparées à des mesures de terrain et d'autres sources de données. Une vérification d'AQ/CQ facile à mettre en place dans les systèmes de modèles est de calculer le bilan massique interne pour s'assurer que le modèle ne crée ni ne perd de carbone non notifié comme source ou puits. Par exemple, pour conserver les exigences de masse, les pertes des pools de biomasse devront être prises en compte soit en tant qu'entrées dans les pools de MOM, soit en tant que transferts hors de l'écosystème forestier, soit en tant qu'émissions vers l'atmosphère (pour le cas du feu). En outre, les données sur les récoltes pourront être utilisées pour vérifier les estimations des transferts produites par les modèles (excédents de pertes). Autre procédure d'AQ/CQ pouvant être mise en place dans les pays utilisant des méthodes d'estimations de niveau plus élevé, l'établissement de limites supérieures et inférieures pour les pools de MOM stratifiés par régions, types de forêts et de sols (sols minéraux ou sols organiques). Ensuite, on devra vérifier toutes les valeurs rapportées dans les inventaires ou estimées par des modèles qui sortent de ces limites.

4.4.4 Établissement de rapports et documentation

Les exigences générales quant à l'établissement de rapports et la documentation sont présentées au chapitre 8 du volume 1. En général, il sera conforme aux *bonnes pratiques* d'archiver et de documenter toute donnée et toute information (chiffres, statistiques, sources des hypothèses, approches de modélisation, analyse des incertitudes, études de validation, méthodes d'inventaires, expériences de recherche, mesures tirées d'études sur le terrain, protocoles associés et autres données de base) utilisée pour produire l'inventaire des absorptions/émissions nationales. Il faudra indiquer tout travail effectué en vue de définir les pools de carbone, et préciser les

définitions utilisées pour déterminer l'étendue des terres gérées incluses dans l'inventaire, avec les éléments prouvant que ces définitions ont été appliquées de manière cohérente dans le temps.

Il faudra fournir tout document permettant de prouver l'exhaustivité et la cohérence des données de la série temporelle et des méthodes d'interpolation entre échantillons, méthodes et années, et de recalculer et d'éviter tout double comptage mais aussi de mener des procédures d'AQ/CQ. Si les compilateurs d'inventaires décident de passer à des niveaux plus élevés dont les méthodes de calcul et les données ne sont pas décrites dans le présent volume ou caractérisées par des approches plus désagrégées, ils devront fournir des documents supplémentaires permettant de justifier l'utilisation de méthodologies plus exactes et plus avancées, de paramètres spécifiques au pays et de cartes et ensembles de données à haute résolution. Pour tous les niveaux, il faudra néanmoins expliquer les décisions prises sur le choix de la méthode, les coefficients et les données sur les activités, afin de faciliter la reconstruction des estimations par des tierces parties indépendantes. Inclure tous les documents nécessaires dans un rapport d'inventaire national pourra toutefois être impossible pour des raisons pratiques. L'inventaire devra donc inclure des résumés des approches et des méthodes utilisées et des références aux sources des données de sorte que les estimations d'émissions rapportées soient transparentes et que les étapes de leur calcul puissent être retracées.

Facteurs d'émissions : Les sources des facteurs d'émissions ou d'absorptions utilisées (valeurs par défaut GIEC spécifiques ou autres) devront être citées. Si l'on a utilisé des facteurs d'émissions spécifiques au pays, à la région ou au type de forêt, et des nouvelles méthodes (autres que les méthodes par défaut du GIEC), la base scientifique des ces méthodes et facteurs d'émissions devra être décrite et documentée de manière exhaustive. Seront incluses la définition des paramètres d'entrées et la description du processus de dérivation des méthodes et facteurs d'émissions, ainsi que la description des sources et de l'ampleur des incertitudes. Les agences chargées des inventaires employant des facteurs d'émissions spécifiques au pays devront fournir des informations sur les raisons de la sélection d'un facteur différent, décrire sa dérivation, le comparer à d'autres facteurs d'émissions publiés, expliquer toute différence d'importance, et essayer d'attribuer des limites à l'incertitude.

Données sur les activités : On devra fournir les sources de toutes les données sur les activités, comme les superficies, les types et caractéristiques des sols et la couverture végétale, utilisées pour les calculs (c'est-à-dire citer entièrement les bases de données statistiques d'où l'on a tiré les données). Il sera utile de fournir les références aux métadonnées des bases de données, y compris des informations sur les dates et la fréquence de la collecte de données, les procédures d'échantillonnage, les procédures analytiques utilisées pour obtenir les caractéristiques des sols et les variations minimales détectables du carbone organique, ainsi que les estimations de l'exactitude et de la précision. Si les données sur les activités n'ont pas été obtenues directement dans des bases de données, on devra fournir les informations et hypothèses utilisées pour dériver les données sur les activités, ainsi que les estimations des incertitudes associées aux données sur les activités dérivées. Ceci s'applique particulièrement lorsqu'on utilise des procédures d'échelonnage pour dériver des estimations de grande échelle : auquel cas les procédures statistiques devront être décrites avec leur incertitude associée.

Résultats des simulations de modèles : Si les agences chargées des inventaires ont utilisé dans leurs procédures d'estimations des données tirées de modèles, elles devront présenter la logique employée pour choisir et utiliser ces modèles. Les *bonnes pratiques* exigent que les publications spécialistes sur lesquelles le modèle est décrit soient citées entièrement, et que les résultats de la modélisation soient interprétés et validés. Il faudra fournir des informations précises permettant aux réviseurs d'évaluer la validité du modèle, y compris l'approche générale à la modélisation, les hypothèses clés du modèle, les données d'entrées et de sorties, les valeurs des paramètres et les procédures de paramétrage, les intervalles de confiance des sorties des modèles, et les résultats de toute analyse de sensibilité menée sur les sorties. En outre, le code source informatique des modèles devra être archivé de manière permanente pour pouvoir être consulté à l'avenir, avec tous les fichiers des entrées et sorties.

Analyse des émissions : Il faudra expliquer toute fluctuation significative des émissions entre différentes années, et faire la différence entre les variations des niveaux d'activités et les variations des coefficients d'émissions d'une année sur l'autre, et expliquer les raisons de ces variations. Si l'on a utilisé différents facteurs d'émissions pour différentes années, il faudra expliquer et documenter les motifs de ce choix.

4.5 TABLEAUX

TABEAU 4.1 DOMAINES CLIMATIQUES (FAO, 2001), REGIONS CLIMATIQUES (CHAPITRE 3), ET ZONES ECOLOGIQUES (FAO, 2001)					
Domaine climatique		Région climatique	Zone écologique		
Domaine	Critères du domaine		Zone	Code	Critères de la zone
Tropical	Pas de gel ; dans les régions maritimes, température >18°C	Tropical pluvieux	Forêt dense tropicale	TAr	Pluvieux : ≤ 3 mois secs pendant l'hiver
		Tropical humide	Forêt décidue humide tropicale	TAwa	Principalement pluvieux : 3 à 5 mois secs pendant l'hiver
		Tropical sec	Forêt sèche tropicale	TAWb	Principalement sec : 5 à 8 mois secs pendant l'hiver
			Terres arbustives tropicales	TBSH	semi-aride : évaporation > précipitations
			Désert tropical	TBWh	Aride : sec toute l'année
		Tropical montagnard	Système montagneux tropical	TM	Altitude moyenne >1000 m, avec des variations locales
Sub-tropical	≥ 8 mois à une température >10°C	Chaud tempéré humide	Forêt humide subtropicale	SCf	Humide : pas de saison sèche
		Chaud tempéré sec	Forêt sèche subtropicale	SCs	Sec par saisons : pluies d'hiver, été sec
			Steppe subtropicale	SBSH	Semi-aride : évaporation > précipitations
			Désert subtropical	SBWh	Aride : sec toute l'année
		Chaud tempéré humide ou sec	Système montagneux subtropical	SM	Altitude moyenne 800 m-1000 m
Tempéré	4 à 8 mois de température >10°C	Froid tempéré humide	Forêt océanique tempérée	TeDo	Climat océanique : mois le plus froid >0°C
			Forêt continentale tempérée	TeDc	Climat continental : mois le plus froid <0°C
		Froid tempéré sec	Steppe tempérée	TeBSk	Semi-aride : évaporation > précipitations
			Désert tempéré	TeBW _k	Aride : sec toute l'année
		Froid tempéré humide ou sec	Système montagneux tempéré	TeM	Altitude moyenne >800 m
Boréal	≥ 3 mois à une température >10°C	Boréal humide	Forêt de conifères boréale	Ba	Principalement forêts denses de conifères
		Boréal sec	Terre boisée toundra boréale	Bb	Principalement terres boisées et forêts sporadiques
		Boréal humide ou sec	Système montagneux boréal	BM	Altitude moyenne >600 m
Pôles	<10°C toute l'année	Polaire humide ou sec	Polaire	P	<10°C toute l'année

Domaine climatique : Zone dont le régime de température est relativement homogène, équivalent aux groupes climatiques Köppen-Trewartha (Köppen, 1931).

Région climatique : Zones de climat similaire définies au chapitre 3 pour l'établissement de rapports sur différents pools de carbone.

Zone écologique : Zones dont les grandes formations végétales naturelles sont relativement homogènes et de physiologie similaire, mais pas nécessairement identique.

Mois sec : mois au cours duquel les précipitations totales (mm) ≤ 2 x température moyenne (°C).

TABLEAU 4.2
CLASSES DE FORETS ET COUVERTURE TERRESTRE

Classe de forêt ou couverture terrestre	Définition
Forêt	<p>Terres occupant une superficie de plus de 0,5 hectare avec des arbres atteignant une hauteur supérieure à 5 mètres et un couvert arboré de plus de 10 pour cent, ou avec des arbres capables d'atteindre ces seuils <i>in situ</i>. La définition exclut les terres à vocation agricole ou urbaine prédominante.</p> <p>La forêt est déterminée tant par la présence d'arbres que par l'absence d'autres utilisations prédominantes des terres. Les arbres doivent être capables d'atteindre une hauteur minimale de 5 mètres <i>in situ</i>. Les zones en voie de reboisement qui n'ont pas encore atteint, mais devraient atteindre, un couvert arboré de 10 pour cent d'une hauteur de 5 mètres, y sont incluses, de même que les zones temporairement déboisées, en raison de l'intervention humaine ou de phénomènes naturels, mais dont la régénération est prévue.</p> <p>Comprend : les zones couvertes de bamboueraies et de palmeraies à condition que la hauteur et le couvert soient conformes aux critères établis ; les chemins forestiers, les coupe-feu et autres petites clairières ; les forêts comprises dans les parcs nationaux, les réserves naturelles et autres aires protégées comme celles présentant un intérêt scientifique, historique, culturel ou spirituel ; les brise-vent, les rideaux-abris et les corridors d'arbres occupant une superficie de plus de 0,5 ha et de plus de 20 mètres de large ; les plantations utilisées principalement à des fins forestières ou de protection, comme les plantations d'hévéas et les peuplements de chênes-lièges.</p> <p>Sont exclus : les peuplements forestiers présents dans les exploitations agricoles, comme dans les vergers et les systèmes agroforestiers, les arbres présents dans les parcs urbains et les jardins.</p>
Autres terres boisées	<p>Terres qui ne sont pas classées comme « forêts », couvrant une superficie de plus de 0,5 hectare, avec soit des arbres d'une hauteur de plus de 5 mètres et un couvert forestier de 5 à 10 pour cent, soit des arbres capables d'atteindre ces seuils <i>in situ</i>, soit un couvert combiné d'arbustes, de buissons et d'arbres de plus de 10 pour cent. La définition exclut les terres à vocation agricole ou urbaine prédominante.</p>
Autres terres	<p>Terres n'entrant pas dans la catégorie « forêts » ou « Autres terres boisées ».</p> <p>Comprend : les terres agricoles, prairies et pâturages, les zones construites, les terres dénudées, etc. ; les zones entrant dans la sous-catégorie « Autres terres dotées de couvert arboré ».</p>
Autres terres dotées de couvert arboré	<p>Terres classées comme « Autres terres », occupant une superficie de plus de 0,5 hectare, avec un couvert arboré supérieur à 10 pour cent formé d'arbres capables d'atteindre 5 mètres à maturité.</p> <p>Comprend : les groupes d'arbres ou les arbres épars se trouvant dans les paysages agricoles, les parcs, les jardins et autour des bâtiments à condition que la superficie, la hauteur et le couvert répondent aux critères établis ; les plantations forestières établies principalement à des fins autres que la production de bois comme par exemple les vergers et les palmeraies.</p>
<p>Source : FAO, 2006. <i>Évaluation des ressources forestières mondiales 2005 – Progrès vers la gestion forestière durable</i>. Étude FAO forêts 147. Rome.</p>	

TABLEAU 4.3
FRACTION DE CARBONE DE LA BIOMASSE AERIENNE DES FORETS

Domaine	Partie de l'arbre	Fraction de carbone, (FC) [tonne C (tonne m.s.)⁻¹]	Références
Valeur par défaut	Arbre entier	0,47	McGroddy <i>et al.</i> , 2004
Tropical et Subtropical	Arbre entier	0,47 (0,44 – 0,49)	Andreae et Merlet, 2001 ; Chambers <i>et al.</i> , 2001 ; McGroddy <i>et al.</i> , 2004 ; Lasco et Pulhin, 2003
	Bois	0,49	Feldpausch <i>et al.</i> , 2004
	Bois, arbre d < 10 cm	0,46	Hughes <i>et al.</i> , 2000
	Bois, arbre d ≥ 10 cm	0,49	Hughes <i>et al.</i> , 2000
	Feuillage	0,47	Feldpausch <i>et al.</i> , 2004
	Feuillage, arbre d < 10 cm	0,43	Hughes <i>et al.</i> , 2000
	Feuillage, arbre d ≥ 10 cm	0,46	Hughes <i>et al.</i> , 2000
Tempéré et boréal	Arbre entier	0,47 (0,47 - 0,49)	Andreae et Merlet, 2001 ; Gayoso <i>et al.</i> , 2002 ; Matthews, 1993 ; McGroddy <i>et al.</i> , 2004
	Feuillus	0,48 (0,46 – 0,50)	Lamlom et Savidge, 2003
	Conifères	0,51 (0,47 – 0,55)	Lamlom et Savidge, 2003

TABLEAU 4.4
TAUX DE BIOMASSE SOUTERRAINE PAR RAPPORT A LA BIOMASSE AERIENNE (Tx)

Domaine	Zone écologique	Biomasse aérienne	T _x [tonne racine m.s. (tonne pousses m.s.) ⁻¹]	Références
Tropical	Forêt dense tropicale		0,37	Fittkau et Klinge, 1973
	Forêt décidue humide tropicale	biomasse aérienne <125 tonnes ha ⁻¹	0,20 (0,09 – 0,25)	Mokany <i>et al.</i> , 2006
		biomasse aérienne >125 tonnes ha ⁻¹	0,24 (0,22 – 0,33)	Mokany <i>et al.</i> , 2006
	Forêt sèche tropicale	biomasse aérienne <20 tonnes ha ⁻¹	0,56 (0,28 – 0,68)	Mokany <i>et al.</i> , 2006
		biomasse aérienne >20 tonnes ha ⁻¹	0,28 (0,27 – 0,28)	Mokany <i>et al.</i> , 2006
	Terres arbustives tropicales		0,40	Poupon, 1980
Système montagneux tropical		0,27 (0,27 – 0,28)	Singh <i>et al.</i> , 1994	
Subtropical	Forêt humide subtropicale	biomasse aérienne <125 tonnes ha ⁻¹	0,20 (0,09 – 0,25)	Mokany <i>et al.</i> , 2006
		biomasse aérienne >125 tonnes ha ⁻¹	0,24 (0,22 – 0,33)	Mokany <i>et al.</i> , 2006
	Forêt sèche subtropicale	biomasse aérienne <20 tonnes ha ⁻¹	0,56 (0,28 – 0,68)	Mokany <i>et al.</i> , 2006
		biomasse aérienne >20 tonnes ha ⁻¹	0,28 (0,27 – 0,28)	Mokany <i>et al.</i> , 2006
	Steppe subtropicale		0,32 (0,26 – 0,71)	Mokany <i>et al.</i> , 2006
	Système montagneux subtropical		Aucune estimation disponible	
Tempéré	Forêt océanique tempérée, Forêt continentale tempérée, Système montagneux tempéré.	biomasse aérienne de conifères < 50 tonnes ha ⁻¹	0,40 (0,21 - 1,06)	Mokany <i>et al.</i> , 2006
		biomasse aérienne de conifères 50 à 150 tonnes ha ⁻¹	0,29 (0,24 - 0,50)	Mokany <i>et al.</i> , 2006
		biomasse aérienne de conifères > 150 tonnes ha ⁻¹	0,20 (0,12 - 0,49)	Mokany <i>et al.</i> , 2006
		biomasse aérienne de chênes >70 tonnes ha ⁻¹	0,30 (0,20 - 1,16)	Mokany <i>et al.</i> , 2006
		biomasse aérienne d'eucalyptus < 50 tonnes ha ⁻¹	0,44 (0,29 - 0,81)	Mokany <i>et al.</i> , 2006
		biomasse aérienne d'eucalyptus 50 à 150 tonnes ha ⁻¹	0,28 (0,15 - 0,81)	Mokany <i>et al.</i> , 2006
		biomasse aérienne d'eucalyptus > 150 tonnes ha ⁻¹	0,20 (0,10 - 0,33)	Mokany <i>et al.</i> , 2006
		biomasse aérienne d'autres feuillus < 75 tonnes ha ⁻¹	0,46 (0,12 - 0,93)	Mokany <i>et al.</i> , 2006
		biomasse aérienne d'autres feuillus 75 à 150 tonnes ha ⁻¹	0,23 (0,13 - 0,37)	Mokany <i>et al.</i> , 2006
		biomasse aérienne d'autres feuillus > 150 tonnes ha ⁻¹	0,24 (0,17 - 0,44)	Mokany <i>et al.</i> , 2006
Boréal	Forêt de conifères boréale, terre boisée toundra boréale, système montagneux boréal	biomasse aérienne <75 tonnes ha ⁻¹	0,39 (0,23 - 0,96)	Li <i>et al.</i> , 2003 ; Mokany <i>et al.</i> , 2006
		biomasse aérienne >75 tonnes ha ⁻¹	0,24 (0,15 - 0,37)	Li <i>et al.</i> , 2003 ; Mokany <i>et al.</i> , 2006

TABLEAU 4.5
FACTEURS D'EXPANSION ET DE CONVERSION DE LA BIOMASSE PAR DEFAUT (FECB), TONNES BIOMASSE (M³ DE VOLUME DE BOIS)⁻¹

FECB d'expansion du volume de stock en croissance commercialisable à la biomasse aérienne (FECB), pour la conversion de l'accroissement annuel net (BCEF_A) et la conversion du volume d'extraction de bois et de bois de chauffage en extraction de biomasse aérienne (BCEF_E)

Zone climatique	Type de forêt	FECB	Niveau de stock en croissance (m ³)			
			<20	21-50	51-100	>100
Boréale	pins	BCEF	1,2 (0,85-1,3)	0,68 (0,5-0,72)	0,57 (0,52-0,65)	0,5 (0,45-0,58)
		FECB _A	0,47	0,46	0,46	0,463
		FECB _E	1,33	0,75	0,63	0,55
	mélèze	BCEF	1,22 (0,9-1,5)	0,78 (0,7-0,8)	0,77 (0,7-0,85)	0,77 (0,7-0,85)
		FECB _A	0,9	0,75	0,77	0,77
		FECB _E	1,35	0,87	0,85	0,85
	sapins et épicéas	BCEF	1,16 (0,8-1,5)	0,66 (0,55-0,75)	0,58 (0,5-0,65)	0,53 (0,45-0,605)
		FECB _A	0,55	0,47	0,47	0,464
		FECB _E	1,29	0,73	0,64	0,59
	feuillus	BCEF	0,9 (0,7-1,2)	0,7 (0,6-0,75)	0,62 (0,53-0,7)	0,55 (0,5-0,65)
		FECB _A	0,65	0,54	0,52	0,505
		FECB _E	1,0	0,77	0,69	0,61

TABEAU 4.5 (SUITE)
FACTEURS D'EXPANSION ET DE CONVERSION DE LA BIOMASSE PAR DEFAUT (FECB), TONNES BIOMASSE (M³ DE VOLUME DE BOIS)⁻¹

FECB d'expansion du volume de stock en croissance commercialisable à la biomasse aérienne (FECB), pour la conversion de l'accroissement annuel net (BCEFA) et la conversion du volume d'extraction de bois et de bois de chauffage en extraction de biomasse aérienne (BCEF_E)

Zone climatique	Type de forêt	FECB	Niveau de stock en croissance (m ³)				
			<20	21-40	41-100	100 -200	>200
Tempérée	feuillus	BFCB B	3,0 (0,8-4,5)	1,7 (0,8-2,6)	1,4 (0,7-1,9)	1,05 (0,6-1,4)	0,8 (0,55-1,1)
		FECB _A	1,5	1,3	0,9	0,6	0,48
		FECB _E	3,33	1,89	1,55	1,17	0,89
	pins	BCEF	1,8 (0,6 -2,4)	1,0 (0,65 -1,5)	0,75 (0,6-1,0)	0,7 (0,4-1,0)	0,7 (0,4-1,0)
		FECB _A	1,5	0,75	0,6	0,67	0,69
		FECB _E	2,0	1,11	0,83	0,77	0,77
	autres conifères	FECB	3,0 (0,7-4,0)	1,4 (0,5-2,5)	1,0 (0,5-1,4)	0,75 (0,4-1,2)	0,7 (0,35-0,9)
		FECB _A	1,0	0,83	0,57	0,53	0,60
		FECB _E	3,33	1,55	1,11	0,83	0,77
Méditerranéenne , tropicale sèche, subtropicale	feuillus		<20	21-40	41-80	>80	
		FECB	5,0 (2,0-8,0)	1,9 (1,0-2,6)	0,8 (0,6-1,4)	0,66 (0,4-0,9)	
		FECB _A	1,5	0,5	0,55	0,66	
	FECB _E	5,55	2,11	0,89	0,73		
	Conifères	FECB	6,0 (3,0-8,0)	1,2 (0,5-2,0)	0,6 (0,4-0,9)	0,55 (0,4-0,7)	
		FECB _A	1,5	0,4	0,45	0,54	
FECB _E		6,67	1,33	0,67	0,61		

TABEAU 4.5 (SUITE)
FACTEURS D'EXPANSION ET DE CONVERSION DE LA BIOMASSE PAR DEFAUT (FECB), TONNES BIOMASSE (M³ DE VOLUME DE BOIS)⁻¹

FECB d'expansion du volume de stock en croissance commercialisable à la biomasse aérienne (FECB), pour la conversion de l'accroissement annuel net (BCEFA) et la conversion du volume d'extraction de bois et de bois de chauffage en extraction de biomasse aérienne (BCEF_E)

Zone climatique	Type de forêt	FECB	Niveau de stock en croissance (m ³)							
			<10	11-20	21-40	41-60	61-80	80-120	120-200	>200
Humide tropicale	Conifères	FECB	4,0 (3,0-6,0)	1,75 (1,4-2,4)	1,25 (1,0-1,5)	1,0 (0,8-1,2)	0,8 (0,7-1,2)	0,76 (0,6-1,0)	0,7 (0,6-0,9)	0,7 (0,6-0,9)
		FECB _A	2,5	0,95	0,65	0,55	0,53	0,58	0,66	0,70
		FECB _E	4,44	1,94	1,39	1,11	0,89	0,84	0,77	0,77
	forêts naturelles	FECB	9,0 (4,0-12,0)	4,0 (2,5-4,5)	2,8 (1,4-3,4)	2,05 (1,2-2,5)	1,7 (1,2-2,2)	1,5 (1,0-1,8)	1,3 (0,9-1,6)	0,95 (0,7-1,1)
		FECB _A	4,5	1,6	1,1	0,93	0,9	0,87	0,86	0,85
		FECB _E	10,0	4,44	3,11	2,28	1,89	1,67	1,44	1,05

Note : Les plus petites valeurs des plages de FECB s'appliquent si la définition des stocks en croissance inclut les branches, le haut des tiges et le bois de rebut ; les valeurs les plus grandes s'appliquent si les branches et le haut des tiges ne sont pas inclus dans le stock en croissance, si les diamètres minimum du haut des stocks en croissance sont grands, si le volume inventorié est proche de la limite minimale de la catégorie ou si les densités ligneuses sont relativement hautes. Des graphiques continus, des formulaires fonctionnels et toute mise à jour provenant de nouvelles recherches se trouvent sur le site web traitant des changements climatiques et forestiers à l'adresse : <http://www.fao.org/forestry/>

Les FECB moyens des forêts hétérogènes devront être dérivés en tant que moyennes pondérées, autant que faire se peut. Conformément aux bonnes pratiques, on justifiera les facteurs sélectionnés. Pour appliquer FECB_A, il faudra effectuer une évaluation du stock en croissance moyen actuel. Celui-ci pourra être dérivé du FRA 2005 à l'adresse <http://www.fao.org/forestry/>

Les valeurs de FECB_E sont dérivées en divisant les FECB par 0,9

Sources : *Forêts boréales* : Alexeyev V.A. et R.A. Birdseye, 1998 ; Fang J. et Z.M. Wang, 2001 ; *Forêts tempérées* : Fang J. *et al.*, 2001 ; Fukuda M. *et al.*, 2003 ; Schroeder P. *et al.*, 1997 ; Snowdon P. *et al.*, 2000 ; Smith J. *et al.*, 2002 ; Brown S., 1999 ; Schoene D. et A. Schulte, 1999 ; Smith J. *et al.*, 2004 ; *Forêts méditerranéennes* : Vayreda *et al.*, 2002 ; Gracia *et al.*, 2002 ; *Forêts tropicales* : Brown S. *et al.*, 1989 ; Brown S. et A. Lugo, 1992 ; Brown S., 2002 ; Fang J.Y., 2001.

TABLEAU 4.6
FACTEURS D'ÉMISSIONS POUR LES SOLS ORGANIQUES DRAINÉS DES FORÊTS GÉRÉES

Climat	Facteurs d'émissions (tonnes C ha ⁻¹ an ⁻¹)	
	Valeurs	Plages
Tropical	1,36	0,82 – 3,82
Tempéré	0,68	0,41 – 1,91
Boréal	0,16	0,08 – 1,09

Source : GPG-LULUCF, Tableau 3.2.3

TABLEAU 4.7
BIOMASSE AÉRIENNE DES FORÊTS

Domaine	Zone écologique	Continent	Biomasse aérienne (tonnes m.s. ha ⁻¹)	Références
Tropical	Forêt dense tropicale	Afrique	310 (130-510)	GIEC, 2003
		Amérique du Nord et du Sud	300 (120-400)	Baker <i>et al.</i> , 2004a ; Hughes <i>et al.</i> , 1999
		Asie (continentale)	280 (120-680)	GIEC, 2003
		Asie (insulaire)	350 (280-520)	GIEC, 2003
	Forêt décidue humide tropicale	Afrique	260 (160-430)	GIEC, 2003
		Amérique du Nord et du Sud	220 (210-280)	GIEC, 2003
		Asie (continentale)	180 (10-560)	GIEC, 2003
		Asie (insulaire)	290	GIEC, 2003
	Forêt sèche tropicale	Afrique	120 (120-130)	GIEC, 2003
		Amérique du Nord et du Sud	210 (200-410)	GIEC, 2003
		Asie (continentale)	130 (100-160)	GIEC, 2003
		Asie (insulaire)	160	GIEC, 2003
	Terres arborescentes tropicales	Afrique	70 (20-200)	GIEC, 2003
		Amérique du Nord et du Sud	80 (40-90)	GIEC, 2003
		Asie (continentale)	60	GIEC, 2003
		Asie (insulaire)	70	GIEC, 2003
Système montagneux tropical	Afrique	40-190	GIEC, 2003	
	Amérique du Nord et du Sud	60-230	GIEC, 2003	
	Asie (continentale)	50-220	GIEC, 2003	
	Asie (insulaire)	50-360	GIEC, 2003	
Subtropical	Forêt humide subtropicale	Amérique du Nord et du Sud	220 (210-280)	GIEC, 2003
		Asie (continentale)	180 (10-560)	GIEC, 2003
		Asie (insulaire)	290	GIEC, 2003
	Forêt sèche subtropicale	Afrique	140	Sebei <i>et al.</i> , 2001
		Amérique du Nord et du Sud	210 (200-410)	GIEC, 2003
		Asie (continentale)	130 (100-160)	GIEC, 2003
		Asie (insulaire)	160	GIEC, 2003
	Steppe subtropicale	Afrique	70 (20-200)	GIEC, 2003
		Amérique du Nord et du Sud	80 (40-90)	GIEC, 2003
		Asie (continentale)	60	GIEC, 2003
		Asie (insulaire)	70	GIEC, 2003
	Système montagneux subtropical	Afrique	50	Montès <i>et al.</i> , 2002
		Amérique du Nord et du Sud	60-230	GIEC, 2003
		Asie (continentale)	50-220	GIEC, 2003
		Asie (insulaire)	50-360	GIEC, 2003

TABLEAU 4.7 (SUITE)
BIOMASSE AERIENNE DES FORETS

Domaine	Zone écologique	Continent	Biomasse aérienne (tonnes m.s. ha ⁻¹)	Références
Tempéré	Forêt océanique tempérée	Europe	120	-
		Amérique du Nord	660 (80-1200)	Hessl <i>et al.</i> , 2004 ; Smithwick <i>et al.</i> , 2002
		Nouvelle-Zélande	360 (210-430)	Hall <i>et al.</i> , 2001
		Amérique du Sud	180 (90-310)	Gayoso et Schlegel, 2003 ; Battles <i>et al.</i> , 2002
	Forêt continentale tempérée	Asie, Europe (≤ 20 ans)	20	GIEC, 2003
		Asie, Europe (> 20 ans)	120 (20-320)	GIEC, 2003
		Amérique du Nord et du Sud (≤ 20 ans)	60 (10-130)	GIEC, 2003
		Amérique du Nord et du Sud (> 20 ans)	130 (50-200)	GIEC, 2003
	Système montagneux tempéré.	Asie, Europe (≤ 20 ans)	100 (20-180)	GIEC, 2003
		Asie, Europe (> 20 ans)	130 (20-600)	GIEC, 2003
		Amérique du Nord et du Sud (≤ 20 ans)	50 (20-110)	GIEC, 2003
		Amérique du Nord et du Sud (> 20 ans)	130 (40-280)	GIEC, 2003
Boréal	Forêt de conifères boréale	Asie, Europe, Amérique du Nord	10-90	Gower <i>et al.</i> , 2001
	Terre boisée toundra boréale	Asie, Europe, Amérique du Nord (≤ 20 ans)	3-4	GIEC, 2003
		Asie, Europe, Amérique du Nord (> 20 ans)	15-20	GIEC, 2003
	Système montagneux boréal	Asie, Europe, Amérique du Nord (≤ 20 ans)	12-15	GIEC, 2003
		Asie, Europe, Amérique du Nord (> 20 ans)	40-50	GIEC, 2003

TABLEAU 4.8
BIOMASSE AERIENNE DES PLANTATIONS DE FORETS

Domaine	Zone écologique	Continent	Biomasse aérienne (tonnes m.s. ha ⁻¹)	Références
Tropical	Forêt dense tropicale	Afrique feuillus > 20 ans	300	GIEC, 2003
		Afrique feuillus ≤ 20 ans	100	GIEC, 2003
		Afrique pins > 20 ans	200	GIEC, 2003
		Afrique pins ≤ 20 ans	60	GIEC, 2003
		Amériques eucalyptus	200	GIEC, 2003
		Amériques pins	300	GIEC, 2003
		Amériques tecks	240	Kraenzel <i>et al.</i> , 2003
		Amérique autres feuillus	150	GIEC, 2003
		Asie feuillus	220	GIEC, 2003
		Asie autres	130	GIEC, 2003
	Forêt décidue humide tropicale	Afrique feuillus > 20 ans	150	GIEC, 2003
		Afrique feuillus ≤ 20 ans	80	GIEC, 2003
		Afrique pins > 20 ans	120	GIEC, 2003
		Afrique pins ≤ 20 ans	40	GIEC, 2003
		Amériques eucalyptus	90	Stape <i>et al.</i> , 2004
		Amériques pins	270	GIEC, 2003
		Amériques tecks	120	GIEC, 2003
		Amérique autres feuillus	100	GIEC, 2003
		Asie feuillus	180	GIEC, 2003
		Asie autres	100	GIEC, 2003

TABLEAU 4.8 (SUITE)
BIOMASSE AERIENNE DES PLANTATIONS DE FORETS

Domaine	Zone écologique	Continent	Biomasse aérienne (tonnes m.s. ha ⁻¹)	Références
	Forêt sèche tropicale	Afrique feuillus > 20 ans	70	GIEC, 2003
		Afrique feuillus ≤ 20 ans	30	GIEC, 2003
		Afrique pins > 20 ans	60	GIEC, 2003
		Afrique pins ≤ 20 ans	20	GIEC, 2003
		Amériques eucalyptus	90	Stape <i>et al.</i> , 2004
		Amériques pins	110	GIEC, 2003
		Amériques tecks	90	GIEC, 2003
		Amérique autres feuillus	60	GIEC, 2003
		Asie feuillus	90	GIEC, 2003
		Asie autres	60	GIEC, 2003
	Terres arbustives tropicales	Afrique feuillus	20	GIEC, 2003
		Afrique pins > 20 ans	20	GIEC, 2003
		Afrique pins ≤ 20 ans	15	GIEC, 2003
		Amériques eucalyptus	60	GIEC, 2003
		Amériques pins	60	GIEC, 2003
		Amériques tecks	50	GIEC, 2003
		Amérique autres feuillus	30	GIEC, 2003
		Asie feuillus	40	GIEC, 2003
	Asie autres	30	GIEC, 2003	
	Système montagneux tropical	Afrique feuillus > 20 ans	60-150	GIEC, 2003
		Afrique feuillus ≤ 20 ans	40-100	GIEC, 2003
		Afrique pins > 20 ans	30-100	GIEC, 2003
		Afrique pins ≤ 20 ans	10-40	GIEC, 2003
		Amériques eucalyptus	30-120	GIEC, 2003
		Amériques pins	60-170	GIEC, 2003
		Amériques tecks	30-130	GIEC, 2003
		Amérique autres feuillus	30-80	GIEC, 2003
		Asie feuillus	40-150	GIEC, 2003
Asie autres	25-80	GIEC, 2003		
Subtropical	Forêt humide subtropicale	Amériques eucalyptus	140	GIEC, 2003
		Amériques pins	270	GIEC, 2003
		Amériques tecks	120	GIEC, 2003
		Amérique autres feuillus	100	GIEC, 2003
		Asie feuillus	180	GIEC, 2003
	Asie autres	100	GIEC, 2003	
	Forêt sèche subtropicale	Afrique feuillus > 20 ans	70	GIEC, 2003
		Afrique feuillus ≤ 20 ans	30	GIEC, 2003
		Afrique pins > 20 ans	60	GIEC, 2003
		Afrique pins ≤ 20 ans	20	GIEC, 2003
		Amériques eucalyptus	110	GIEC, 2003
		Amériques pins	110	GIEC, 2003
		Amériques tecks	90	GIEC, 2003
		Amérique autres feuillus	60	GIEC, 2003
		Asie feuillus	90	GIEC, 2003
		Asie autres	60	GIEC, 2003

TABLEAU 4.8 (SUITE)
BIOMASSE AERIENNE DES PLANTATIONS DE FORETS

Domaine	Zone écologique	Continent	Biomasse aérienne (tonnes m.s. ha ⁻¹)	Références
	Steppe subtropicale	Afrique feuillus	20	GIEC, 2003
		Afrique pins > 20 ans	20	GIEC, 2003
		Afrique pins ≤ 20 ans	15	GIEC, 2003
		Amériques eucalyptus	60	GIEC, 2003
		Amériques pins	60	GIEC, 2003
		Amériques tecks	50	GIEC, 2003
		Amérique autres feuillus	30	GIEC, 2003
		Asie feuillus > 20 ans	80	GIEC, 2003
		Asie feuillus ≤ 20 ans	10	GIEC, 2003
		Asie conifères > 20 ans	20	GIEC, 2003
	Asie conifères ≤ 20 ans	100-120	GIEC, 2003	
	Système montagneux subtropical	Afrique feuillus > 20 ans	60-150	GIEC, 2003
		Afrique feuillus ≤ 20 ans	40-100	GIEC, 2003
		Afrique pins > 20 ans	30-100	GIEC, 2003
		Afrique pins ≤ 20 ans	10-40	GIEC, 2003
		Amériques eucalyptus	30-120	GIEC, 2003
		Amériques pins	60-170	GIEC, 2003
		Amériques tecks	30-130	GIEC, 2003
		Amérique autres feuillus	30-80	GIEC, 2003
	Tempéré	Forêt océanique tempérée	Asie, Europe, feuillus > 20 ans	200
Asie, Europe, feuillus ≤ 20 ans			30	GIEC, 2003
Asie, Europe, conifères > 20 ans			150-250	GIEC, 2003
Asie, Europe, conifères ≤ 20 ans			40	GIEC, 2003
Amérique du Nord			50-300	GIEC, 2003
Nouvelle-Zélande			150-350	Hinds et Reid, 1957 ; Hall et Hollinger, 1997 ; Hall, 2001
Amérique du Sud			90-120	GIEC, 2003
Forêt et système montagneux tempérés continentaux		Asie, Europe, feuillus > 20 ans	200	GIEC, 2003
		Asie, Europe, feuillus ≤ 20 ans	15	GIEC, 2003
		Asie, Europe, conifères > 20 ans	150-200	GIEC, 2003
		Asie, Europe, conifères ≤ 20 ans	25-30	GIEC, 2003
		Amérique du Nord	50-300	GIEC, 2003
		Amérique du Sud	90-120	GIEC, 2003
		Boréal	Forêt et système montagneux boréaux, conifères	Asie, Europe > 20 ans
Asie, Europe ≤ 20 ans	5			GIEC, 2003
Amérique du Nord	40-50			GIEC, 2003
Terre boisée toundra boréale	Asie, Europe > 20 ans		25	GIEC, 2003
	Asie, Europe ≤ 20 ans		5	GIEC, 2003
	Amérique du Nord		25	GIEC, 2003

TABLEAU 4.9
CROISSANCE NETTE DE LA BIOMASSE AERIENNE DES FORETS NATURELLES

Domaine	Zone écologique	Continent	Croissance de la biomasse aérienne (tonnes m.s. ha ⁻¹ an ⁻¹)	Références
Tropical	Forêt dense tropicale	Afrique (≤ 20 ans)	10	GIEC, 2003
		Afrique (> 20 ans)	3,1 (2,3-3,8)	GIEC, 2003
		Amérique du Nord	0,9-18	Clark <i>et al.</i> , 2003 ; Hughes <i>et al.</i> , 1999
		Amérique du Sud (≤ 20 ans)	11	Feldpausch <i>et al.</i> , 2004
		Amérique du Sud (> 20 ans)	3,1 (1,5-5,5)	Malhi <i>et al.</i> , 2004
		Asie (continentale ≤ 20 ans)	7,0 (3,0-11,0)	GIEC, 2003
		Asie (continentale > 20 ans)	2,2 (1,3-3,0)	GIEC, 2003
		Asie (insulaire ≤ 20 ans)	13	GIEC, 2003
	Asie (insulaire > 20 ans)	3,4	GIEC, 2003	
	Forêt décidue humide tropicale	Afrique (≤ 20 ans)	5	Harmand <i>et al.</i> , 2004
		Afrique (> 20 ans)	1,3	GIEC, 2003
		Amérique du Nord et du Sud (≤ 20 ans)	7,0	GIEC, 2003
		Amérique du Nord et du Sud (> 20 ans)	2,0	GIEC, 2003
		Asie (continentale ≤ 20 ans)	9,0	GIEC, 2003
		Asie (continentale > 20 ans)	2,0	GIEC, 2003
		Asie (insulaire ≤ 20 ans)	11	GIEC, 2003
		Asie (insulaire > 20 ans)	3,0	GIEC, 2003
	Forêt sèche tropicale	Afrique (≤ 20 ans)	2,4 (2,3-2,5)	GIEC, 2003
		Afrique (> 20 ans)	1,8 (0,6-3,0)	GIEC, 2003
		Amérique du Nord et du Sud (≤ 20 ans)	4,0	GIEC, 2003
		Amérique du Nord et du Sud (> 20 ans)	1,0	GIEC, 2003
		Asie (continentale ≤ 20 ans)	6,0	GIEC, 2003
		Asie (continentale > 20 ans)	1,5	GIEC, 2003
		Asie (insulaire ≤ 20 ans)	7,0	GIEC, 2003
		Asie (insulaire > 20 ans)	2,0	GIEC, 2003
	Terres arbustives tropicales	Afrique (≤ 20 ans)	0,2-0,7	Nygård <i>et al.</i> , 2004
		Afrique (> 20 ans)	0,9 (0,2-1,6)	GIEC, 2003
		Amérique du Nord et du Sud (≤ 20 ans)	4,0	GIEC, 2003
		Amérique du Nord et du Sud (> 20 ans)	1,0	GIEC, 2003
		Asie (continentale ≤ 20 ans)	5,0	GIEC, 2003
		Asie (continentale > 20 ans)	1,3 (1,0-2,2)	GIEC, 2003
		Asie (insulaire ≤ 20 ans)	2,0	GIEC, 2003
Asie (insulaire > 20 ans)		1,0	GIEC, 2003	
Système montagneux tropical	Afrique (≤ 20 ans)	2,0-5,0	GIEC, 2003	
	Afrique (> 20 ans)	1,0-1,5	GIEC, 2003	
	Amérique du Nord et du Sud (≤ 20 ans)	1,8-5,0	GIEC, 2003	
	Amérique du Nord et du Sud (> 20 ans)	0,4-1,4	GIEC, 2003	
	Asie (continentale ≤ 20 ans)	1,0-5,0	GIEC, 2003	
	Asie (continentale > 20 ans)	0,5-1,0	GIEC, 2003	
	Asie (insulaire ≤ 20 ans)	3,0-12	GIEC, 2003	
	Asie (insulaire > 20 ans)	1,0-3,0	GIEC, 2003	
Subtropical	Forêt humide subtropicale	Amérique du Nord et du Sud (≤ 20 ans)	7,0	GIEC, 2003
		Amérique du Nord et du Sud (> 20 ans)	2,0	GIEC, 2003
		Asie (continentale ≤ 20 ans)	9,0	GIEC, 2003
		Asie (continentale > 20 ans)	2,0	GIEC, 2003
		Asie (insulaire ≤ 20 ans)	11	GIEC, 2003
		Asie (insulaire > 20 ans)	3,0	GIEC, 2003
	Forêt sèche subtropicale	Afrique (≤ 20 ans)	2,4 (2,3-2,5)	GIEC, 2003
		Afrique (> 20 ans)	1,8 (0,6-3,0)	GIEC, 2003
		Amérique du Nord et du Sud (≤ 20 ans)	4,0	GIEC, 2003

TABLEAU 4.9 (SUITE)
CROISSANCE NETTE DE LA BIOMASSE AERIENNE DANS LES FORETS NATURELLES

Domaine	Zone écologique	Continent	Croissance de la biomasse aérienne (tonnes m.s. ha ⁻¹ an ⁻¹)	Références
		Amérique du Nord et du Sud (> 20 ans)	1,0	GIEC, 2003
		Asie (continentale ≤ 20 ans)	6,0	GIEC, 2003
		Asie (continentale > 20 ans)	1,5	GIEC, 2003
		Asie (insulaire ≤ 20 ans)	7,0	GIEC, 2003
		Asie (insulaire > 20 ans)	2,0	GIEC, 2003
	Steppe subtropicale	Afrique (≤ 20 ans)	1,2 (0,8-1,5)	GIEC, 2003
		Afrique (> 20 ans)	0,9 (0,2-1,6)	GIEC, 2003
		Amérique du Nord et du Sud (≤ 20 ans)	4,0	GIEC, 2003
		Amérique du Nord et du Sud (> 20 ans)	1,0	GIEC, 2003
		Asie (continentale ≤ 20 ans)	5,0	GIEC, 2003
		Asie (continentale > 20 ans)	1,3 (1,0-2,2)	GIEC, 2003
		Asie (insulaire ≤ 20 ans)	2,0	GIEC, 2003
		Asie (insulaire > 20 ans)	1,0	GIEC, 2003
	Système montagneux subtropical	Afrique (≤ 20 ans)	2,0-5,0	GIEC, 2003
		Afrique (> 20 ans)	1,0-1,5	GIEC, 2003
		Amérique du Nord et du Sud (≤ 20 ans)	1,8-5,0	GIEC, 2003
		Amérique du Nord et du Sud (> 20 ans)	0,4-1,4	GIEC, 2003
		Asie (continentale ≤ 20 ans)	1,0-5,0	GIEC, 2003
		Asie (continentale > 20 ans)	0,5-1,0	GIEC, 2003
		Asie (insulaire ≤ 20 ans)	3,0-12	GIEC, 2003
Asie (insulaire > 20 ans)		1,0-3,0	GIEC, 2003	
Tempéré	Forêt océanique tempérée	Europe	2,3	
		Amérique du Nord	15 (1,2-105)	Hessl <i>et al.</i> , 2004
		Nouvelle-Zélande	3,5 (3,2-3,8)	Coomes <i>et al.</i> , 2002
		Amérique du Sud	2,4-8,9	Echevarria et Lara, 2004
	Forêt continentale tempérée	Asie, Europe, Amérique du Nord (≤ 20 ans)	4,0 (0,5-8,0)	GIEC, 2003
		Asie, Europe, Amérique du Nord (> 20 ans)	4,0 (0,5-7,5)	GIEC, 2003
	Système montagneux tempéré.	Asie, Europe, Amérique du Nord	3,0 (0,5-6,0)	GIEC, 2003
Boréal	Forêt de conifères boréale	Asie, Europe, Amérique du Nord	0,1-2,1	Gower <i>et al.</i> , 2001
	Terre boisée tundra boréale	Asie, Europe, Amérique du Nord	0,4 (0,2-0,5)	GIEC, 2003
	Système montagneux boréal	Asie, Europe, Amérique du Nord (≤ 20 ans)	1,0-1,1	GIEC, 2003
		Asie, Europe, Amérique du Nord (> 20 ans)	1,1-1,5	GIEC, 2003

TABLEAU 4.10
CROISSANCE NETTE DE LA BIOMASSE AERIENNE DES PLANTATIONS DE FORETS TROPICALES ET SUBTROPICALES

Domaine	Zone écologique	Continent	Croissance de la biomasse aérienne (tonnes m.s. ha ⁻¹ an ⁻¹)	Références
Tropical	Forêt dense tropicale	Afrique pins ≤ 20 ans	20	GIEC, 2003
		Afrique autres ≤ 20 ans	6 (5-8)	GIEC, 2003
		Amériques eucalyptus	20 (6-40)	GIEC, 2003
		Amériques pins	20	GIEC, 2003
		Amériques tecks	15	GIEC, 2003
		Amérique autres feuillus	20 (5-35)	GIEC, 2003
		Asie eucalyptus	5 (4-8)	GIEC, 2003
		Asie autres	5 (2-8)	GIEC, 2003
	Forêt décidue humide tropicale	Afrique eucalyptus > 20 ans	25	GIEC, 2003
		Afrique eucalyptus ≤ 20 ans	20	GIEC, 2003
		Afrique pins > 20 ans	15	GIEC, 2003
		Afrique pins ≤ 20 ans	10	GIEC, 2003
		Afrique autres ≤ 20 ans	9 (3-15)	GIEC, 2003
		Amériques eucalyptus	16	Stape <i>et al.</i> , 2004
		Amériques pins	7 (4-10)	GIEC, 2003
		Amériques tecks	8 (4-12)	GIEC, 2003
	Forêt sèche tropicale	Amérique autres feuillus	6-20	Lugo <i>et al.</i> , 1990
		Asie	8	GIEC, 2003
		Afrique eucalyptus ≤ 20 ans	13	GIEC, 2003
		Afrique pins > 20 ans	10	GIEC, 2003
		Afrique pins ≤ 20 ans	8	GIEC, 2003
		Afrique autres ≤ 20 ans	10 (4-20)	GIEC, 2003
		Amériques eucalyptus	20 (6-30)	GIEC, 2003
		Amériques pins	7 (4-10)	GIEC, 2003
	Terres arbustives tropicales	Amériques tecks	8 (4-12)	GIEC, 2003
		Amérique autres feuillus	10 (3-12)	GIEC, 2003
		Asie eucalyptus	15 (5-25)	GIEC, 2003
		Asie autres	7 (2-13)	GIEC, 2003
		Afrique eucalyptus > 20 ans	8 (5-14)	GIEC, 2003
		Afrique eucalyptus ≤ 20 ans	5 (3-7)	GIEC, 2003
		Afrique pins > 20 ans	2.5	GIEC, 2003
		Afrique pins ≤ 20 ans	3 (0.5-6)	GIEC, 2003
	Système montagneux tropical	Afrique autres > 20 ans	10	GIEC, 2003
		Afrique autres ≤ 20 ans	15	GIEC, 2003
		Amériques eucalyptus	20	GIEC, 2003
		Amériques pins	5	GIEC, 2003
Asie		6 (1-12)	GIEC, 2003	
Asie eucalyptus		3	GIEC, 2003	
Subtropical	Forêt humide subtropicale	Afrique	10	GIEC, 2003
		Amériques eucalyptus	10 (8-18)	GIEC, 2003
		Amériques pins	10	GIEC, 2003
		Amériques tecks	2	GIEC, 2003
	Forêt sèche subtropicale	Amérique autres feuillus	4	GIEC, 2003
		Asie eucalyptus	3	GIEC, 2003
		Asie autres	5 (1-10)	GIEC, 2003
		Amériques eucalyptus	20 (6-32)	GIEC, 2003
		Amériques pins	7 (4-10)	GIEC, 2003
		Amériques tecks	8 (4-12)	GIEC, 2003
		Amérique autres feuillus	10 (3-12)	GIEC, 2003
		Asie	8	GIEC, 2003
		Afrique eucalyptus ≤ 20 ans	13	GIEC, 2003
		Afrique pins > 20 ans	10	GIEC, 2003
Afrique pins ≤ 20 ans	8	GIEC, 2003		
Afrique autres ≤ 20 ans	10 (4-20)	GIEC, 2003		
Amériques eucalyptus	20 (6-30)	GIEC, 2003		
Amériques pins	7 (4-10)	GIEC, 2003		
Amériques tecks	8 (4-12)	GIEC, 2003		
Amérique autres feuillus	10 (3-12)	GIEC, 2003		
Asie eucalyptus	15 (5-25)	GIEC, 2003		
Asie autres	7 (2-13)	GIEC, 2003		

TABLEAU 4.10 (SUITE)
CROISSANCE NETTE DE LA BIOMASSE AERIENNE DES PLANTATIONS DE FORETS TROPICALES ET SUBTROPICALES

Domaine	Zone écologique	Continent	Croissance de la biomasse aérienne (tonnes m.s. ha ⁻¹ an ⁻¹)	Références
	Steppe subtropicale	Afrique eucalyptus > 20 ans	8 (5-14)	GIEC, 2003
		Afrique eucalyptus ≤ 20 ans	5 (3-7)	GIEC, 2003
		Afrique pins > 20 ans	2,5	GIEC, 2003
		Afrique pins ≤ 20 ans	3 (0,5-6)	GIEC, 2003
		Afrique autres > 20 ans	10	GIEC, 2003
		Afrique autres ≤ 20 ans	15	GIEC, 2003
		Amériques eucalyptus	20	GIEC, 2003
		Amériques pins	5	GIEC, 2003
		Asie	6 (1-12)	GIEC, 2003
	Système montagneux subtropical	Afrique	10	GIEC, 2003
		Amériques eucalyptus	10 (8-18)	GIEC, 2003
		Amériques pins	10	GIEC, 2003
		Amériques tecks	2	GIEC, 2003
		Amérique autres feuillus	4	GIEC, 2003
		Asie eucalyptus	3	GIEC, 2003
		Asie autres	5 (1-10)	GIEC, 2003
Tempéré	Forêt océanique tempérée	Asie, Europe, feuillus > 20 ans	-	-
		Asie, Europe, feuillus ≤ 20 ans	-	-
		Asie, Europe, conifères > 20 ans	-	-
		Asie, Europe, conifères ≤ 20 ans	-	-
		Amérique du Nord	-	-
		Nouvelle-Zélande	-	-
	Forêt et système montagneux tempérés continentaux	Amérique du Sud	-	-
		Asie, Europe, feuillus > 20 ans	-	-
		Asie, Europe, feuillus ≤ 20 ans	-	-
		Asie, Europe, conifères > 20 ans	-	-
		Asie, Europe, conifères ≤ 20 ans	-	-
		Amérique du Nord	-	-
Boréal	Forêt et système montagneux boréaux, conifères	Amérique du Sud	-	-
		Asie, Europe > 20 ans	-	-
		Asie, Europe ≤ 20 ans	-	-
	Terre boisée toundra boréale	Amérique du Nord	-	-
		Asie, Europe > 20 ans	-	-
		Asie, Europe ≤ 20 ans	-	-
			-	-
		Amérique du Nord	-	-

TABLEAU 4.11A
CROISSANCE NETTE DU VOLUME AERIEN D'ESPECES CHOISIES DE PLANTATIONS DE FORETS

Espèce d'arbre	Croissance nette du volume aérien (m³ ha⁻¹ an⁻¹)
Acacia auriculiformis	6 - 20
Acacia mearnsii	14 - 25
Araucaria angustifolia	8 - 24
Araucaria cunninghamii	10 - 18
Casuarina equisetifolia	6 - 20
Casuarina junghuhniana	7 - 11
Cordia alliodora	10 - 20
Cupressus lusitanica	8 - 40
Dalbergia sissoo	5 - 8
Eucalyptus camaldulensis	15 - 30
Eucalyptus deglupta	14 - 50
Eucalyptus globulus	10 - 40
Eucalyptus grandis	15 - 50
Eucalyptus robusta	10 - 40
Eucalyptus saligna	10 - 55
Eucalyptus urophylla	20 - 60
Gmelina arborea	12 - 50
Leucaena leucocephala	30 - 55
Pinus caribaea v. caribaea	10 - 28
Pinus caribaea v. hondurensis	20 - 50
Pinus oocarpa	10 - 40
Pinus patula	8 - 40
Pinus radiata	10 - 50
Swietenia macrophylla	7 - 30
Tectona grandis	6 - 18
Terminalia ivorensis	8 - 17
Terminalia superba	10 - 14
Source : Ugalde et Perez, 2001	

TABLEAU 4.11B ACCROISSEMENT ANNUEL MOYEN (CROISSANCE DU VOLUME COMMERCIALISABLE) POUR CERTAINES ESPECES DE PLANTATIONS DE FORETS			
Type de forêt plantée/ région	Espèce d'arbre	Accroissement annuel moyen (AAM) sur rotation (m ³ ha ⁻¹ an ⁻¹)	
		AAM min	AAM max
Plantations productives			
<i>Afrique</i>	Acacia mellifera	2,2	4,0
	Acacia nilotica	15,0	20,0
	Acacia senegal	1,4	2,6
	Acacia seyal	2,0	6,0
	Ailanthus excelsa	6,6	9,4
	Bamboo bamboo	5,0	7,5
	Cupressus spp.	15,0	24,0
	Eucalyptus spp.	12,0	14,0
	Khaya spp.	8,5	12,0
	Tectona grandis	2,5	3,5
<i>Asie</i>	Eucalyptus camaldulensis	21,0	43,0
	Pinus spp.	4,0	15,0
<i>Amérique du Sud</i>	Tectona grandis	7,3	17,3
	Xylia xylocapa	3,0	8,8
	Acacia spp.	15,0	30,0
	Araucaria angustifolia	15,0	30,0
	Eucalyptus spp.	20,0	70,0
	Hevea brasiliensis	10,0	20,0
	Mimosa scabrella	10,0	25,0
	Pinus spp.	25,0	40,0
	Populus spp.	10,0	30,0
Tectona grandis	15,0	35,0	
Forêts productives semi-naturelles			
<i>Afrique</i>	Acacia albida	4,0	6,1
	Acacia mellifera	1,9	3,5
	Acacia nilotica	12,5	20,0
	Acacia senegal	1,1	2,4
	Acacia seyal	1,8	3,2
	Acacia tortilis	1,2	3,7
	Acacia tortilis var siprocarpa	1,5	2,4
	Balanites aegyptiaca	1,2	1,5
	Sclerocarya birrea	1,5	1,7
	Ziziphus mauritiana	0,9	1,0
Plantations protectrices			
<i>Afrique</i>	Acacia mellifera	2,0	6,0
	Acacia nilotica	13,0	21,0
	Acacia senegal	1,4	2,8
	Acacia seyal	1,9	4,3
	Ailanthus spp.	6,0	12,0
	Bamboo bamboo	4,0	8,0
	Cupressus spp.	14,0	20,0
	Eucalyptus spp.	10,0	14,0
	Khaya spp.	7,0	16,0
	Tectona grandis	5,0	8,0

TABLEAU 4.11B (SUITE)
ACCROISSEMENT ANNUEL MOYEN (CROISSANCE DU VOLUME COMMERCIALISABLE) POUR CERTAINES ESPECES DE
PLANTATIONS DE FORETS

Type de forêt plantée/ région	Espèce d'arbre	Accroissement annuel moyen (AAM) sur rotation ($m^3 ha^{-1} an^{-1}$)	
		AAM min	AAM max
Plantations protectrices semi-naturelles			
<i>Afrique</i>	Acacia albida	4,0	6,2
	Acacia mellifera	1,7	3,2
	Acacia nilotica	12,0	15,0
	Acacia senegal	1,1	2,4
	Acacia seyal	1,8	3,3
	Acacia tortilis	1,3	3,5
	Acacia tortilis var siprocarpa	1,6	2,4
	Balanites aegyptiaca	1,2	1,5
	Sclerocarya birrea	1,5	1,7
	Ziziphus mauritiana	0,9	1,0

Source : FAO à l'adresse <http://www.fao.org/forestry/>

TABLEAU 4.12
ESTIMATION DES VALEURS DE LA BIOMASSE AU NIVEAU 1, TIREES DES TABLEAUX 4.7–4.11 (EXCEPTE TABLEAU 4.11B)
(LES VALEURS SONT APPROXIMATIVES ; A N'UTILISER QUE POUR LE NIVEAU 1)

Domaine climatique	Zone écologique	Biomasse aérienne des forêts naturelles (tonnes m.s. ha^{-1})	Biomasse aérienne des plantations de forêts (tonnes m.s. ha^{-1})	Croissance nette de la biomasse aérienne des forêts naturelles (tonnes m.s. $ha^{-1} an^{-1}$)	Croissance nette de la biomasse aérienne des plantations de forêts (tonnes m.s. $ha^{-1} an^{-1}$)
Tropical	Forêt dense tropicale	300	150	7,0	15,0
	Forêt décidue humide tropicale	180	120	5,0	10,0
	Forêt sèche tropicale	130	60	2,4	8,0
	Terres arbustives tropicales	70	30	1,0	5,0
	Système montagneux tropical	140	90	1,0	5,0
Sub-tropical	Forêt humide subtropicale	220	140	5,0	10,0
	Forêt sèche subtropicale	130	60	2,4	8,0
	Steppe subtropicale	70	30	1,0	5,0
	Système montagneux subtropical	140	90	1,0	5,0
Tempéré	Forêt océanique tempérée	180	160	4,4	4,4
	Forêt continentale tempérée	120	100	4,0	4,0
	Système montagneux tempéré.	100	100	3,0	3,0
Boréal	Forêt de conifères boréale	50	40	1,0	1,0
	Terre boisée toundra boréale	15	15	0,4	0,4
	Système montagneux boréal	30	30	1,0	1,0

TABLEAU 4.13 DENSITE LIGNEUSE DE BASE (D) DES ESPECES D'ARBRES TROPICALES (TONNES SECHES A L'ETUVE (HUMIDE M⁻³))
1 = Baker *et al.*, 2004b ; 2 = Barbosa et Fearnside, 2004 ; 3 = CTFT, 1989 ; 4 = Fearnside, 1997 ; 5 = Reyes *et al.*, 1992

Espèce	Densité	Continent	Références
Adina cordifolia	0,58-0,59	Asie	5
Aegle marmelo	0,75	Asie	5
Afzelia bipidensis	0,67-0,79	Afrique	3
Agathis sp.	0,44	Asie	5
Aglaiia llanosiana	0,89	Asie	5
Agonandra brasiliensis	0,74	Amériques	4
Aidia ochroleuca	0,78	Afrique	5
Alangium longiflorum	0,65	Asie	5
Albizia sp.	0,52	Amériques	5
Albizzia amara	0,70	Asie	5
Albizzia falcataria	0,25	Asie	5
Alcornea sp.	0,34	Amériques	5
Aldina heterophylla	0,73	Amériques	4
Aleurites trisperma	0,43	Asie	5
Alexa grandiflora	0,59	Amériques	4
Alexa imperatricis	0,52	Amériques	4
Allophylus africanus	0,45	Afrique	5
Alnus ferruginea	0,38	Amériques	5
Alnus japonica	0,43	Asie	5
Alphitonia zizyphoides	0,50	Asie	5
Alphonsea arborea	0,69	Asie	5
Alseodaphne longipes	0,49	Asie	5
Alstonia congensis	0,33	Afrique	5
Amburana cearensis	0,43	Amériques	1
Amoora sp.	0,60	Asie	5
Amphimas pterocarpoides	0,63	Afrique	5
Anacardium excelsum	0,41	Amériques	4
Anacardium giganteum	0,44	Amériques	4
Anadenanthera macrocarpa	0,86	Amériques	4
Andira inermis	0,64	Amériques	4
Andira parviflora	0,69	Amériques	4
Andira retusa	0,67	Amériques	5
Aniba amazonica	0,52-0,56	Amériques	1
Aniba canelilla	0,92	Amériques	4
Aningeria robusta	0,44-0,53	Afrique	3
Anisophyllea obtusifolia	0,63	Afrique	5
Anisophyllea zeylanica	0,46	Asie	5
Anisoptera sp.	0,54	Asie	5
Annonidium mannii	0,29	Afrique	5
Anogeissus latifolia	0,78-0,79	Asie	5
Anopyxis klaineana	0,74	Afrique	5
Anthocephalus chinensis	0,33-0,36	Asie	5
Anthocleista keniensis	0,50	Afrique	5
Anthonotha macrophylla	0,78	Afrique	5
Anthostemma aubryanum	0,32	Afrique	5
Antiaris africana	0,38	Amériques	5
Antiaris sp.	0,38	Afrique	5
Antidesma pleuricum	0,59	Asie	5
Antrocaryon klaineum	0,50	Afrique	5
Apeiba aspera	0,28	Amériques	1
Apeiba echinata	0,36	Amériques	5
Apeiba peiouma	0,20	Amériques	4
Aphanamiris perrottetiana	0,52	Asie	5
Apuleia leiocarpa	0,70	Amériques	1
Apuleia molaris	0,76	Amériques	4

TABLEAU 4.13 DENSITE LIGNEUSE DE BASE (D) DES ESPECES D'ARBRES TROPICALES (TONNES SECHES A L'ETUVE (HUMIDE M⁻³))
1 = Baker *et al.*, 2004b ; 2 = Barbosa et Fearnside, 2004 ; 3 = CTFT, 1989 ; 4 = Fearnside, 1997 ; 5 = Reyes *et al.*, 1992

Espèce	Densité	Continent	Références
Araucaria bidwillii	0,43	Asie	5
Ardisia cubana	0,62	Amériques	1
Artocarpus comunis	0,70	Amériques	5
Artocarpus sp.	0,58	Asie	5
Aspidosperma album	0,76	Amériques	4
Aspidosperma macrocarpon	0,67	Amériques	1
Aspidosperma obscurinervium	0,86	Amériques	4
Astronium gracile	0,73	Amériques	4
Astronium graveolens	0,75	Amériques	4
Astronium lecointei	0,73	Amériques	5
Astronium ulei	0,71	Amériques	4
Astronium urundeuva	1,21	Amériques	4
Aucoumea klaineana	0,31-0,48	Afrique	3
Autranella congolensis	0,78	Afrique	5
Azadirachta sp.	0,52	Asie	5
Bagassa guianensis	0,69	Amériques	4
Baillonella toxisperma	0,70	Afrique	3
Balanites aegyptiaca	0,63	Afrique	5
Balanocarpus sp.	0,76	Asie	5
Banara guianensis	0,61	Amériques	5
Baphia kirkii	0,93	Afrique	5
Barringtonia edulis	0,48	Asie	5
Basiloxylon excelsum	0,58	Amériques	5
Bauhinia sp.	0,67	Asie	5
Beilschmiedia louisii	0,70	Afrique	5
Beilschmiedia nitida	0,50	Afrique	5
Beilschmiedia sp.	0,61	Amériques	5
Beilschmiedia tawa	0,58	Asie	5
Berlinia sp.	0,58	Afrique	5
Berrya cordifolia	0,78	Asie	5
Bertholletia excelsa	0,62	Amériques	4
Bischofia javanica	0,54-0,62	Asie	5
Bixa arborea	0,32	Amériques	4
Bleasdalea vitiensis	0,43	Asie	5
Blighia welwitschii	0,74	Afrique	5
Bocoa sp.	0,42	Amériques	1
Bombacopsis quinata	0,39	Amériques	1
Bombacopsis sepium	0,39	Amériques	5
Bombax costatum	0,35	Afrique	3
Bombax paraense	0,39	Amériques	1
Borojoa patinoi	0,52	Amériques	5
Boswellia serrata	0,50	Asie	5
Bowdichia coccolobifolia	0,39	Amériques	2
Bowdichia crassifolia	0,39	Amériques	2
Bowdichia nitida	0,79	Amériques	4
Bowdichia virgilioides	0,52	Amériques	2
Brachystegia sp.	0,52	Afrique	5
Bridelia micrantha	0,47	Afrique	5
Bridelia squamosa	0,50	Asie	5
Brosimum acutifolium	0,55	Amériques	4
Brosimum alicastrum	0,69	Amériques	4
Brosimum guianense	0,96	Amériques	4
Brosimum lactescens	0,70	Amériques	1
Brosimum parinarioides	0,58	Amériques	4
Brosimum potabile	0,53	Amériques	4
Brosimum rubescens	0,87	Amériques	4
Brosimum utile	0,40-0,49	Amériques	1
Brysenia adenophylla	0,54	Amériques	5
Buchenavia capitata	0,63	Amériques	4
Buchenavia huberi	0,79	Amériques	4
Buchenavia latifolia	0,45	Asie	5

TABEAU 4.13 DENSITE LIGNEUSE DE BASE (D) DES ESPECES D'ARBRES TROPICALES (TONNES SECHES A L'ETUVE (HUMIDE M⁻³))

1 = Baker *et al.*, 2004b ; 2 = Barbosa et Fearnside, 2004 ;
3 = CTFT, 1989 ; 4 = Fearnside, 1997 ; 5 = Reyes *et al.*, 1992

Espèce	Densité	Continent	Références
Buchenavia oxycarpa	0,72	Amériques	4
Buchenavia viridiflora	0,88	Amériques	1
Bucida buceras	0,93	Amériques	5
Bursera serrata	0,59	Asie	5
Bursera simaruba	0,29-0,34	Amériques	5
Butea monosperma	0,48	Asie	5
Byrsonima coriacea	0,64	Amériques	5
Byrsonima spicata	0,61	Amériques	4
Byrsonima verbascifolia	0,33	Amériques	2
Cabralea canjerana	0,55	Amériques	4
Caesalpinia sp.	1,05	Amériques	5
Calophyllum brasiliense	0,53	Amériques	4
Calophyllum sp.	0,46	Amériques	1
Calophyllum sp.	0,53	Asie	5
Calpocalyx klainei	0,63	Afrique	5
Calycarpa arborea	0,53	Asie	5
Calycophyllum spruceanum	0,74	Amériques	1
Camposperma panamensis	0,37	Amériques	1
Cananga odorata	0,29	Asie	5
Canarium sp.	0,44	Asie	5
Canthium monstrosum	0,42	Asie	5
Canthium rubrostratum	0,63	Afrique	5
Carallia calycina	0,66	Asie	5
Carapa guianensis	0,55	Amériques	4
Carapa procera	0,59	Afrique	5
Cariniana integrifolia	0,49	Amériques	4
Cariniana micrantha	0,64	Amériques	4
Caryocar glabrum	0,65	Amériques	1
Caryocar villosum	0,72	Amériques	4
Casearia battiscombei	0,50	Afrique	5
Casearia sp.	0,62	Amériques	5
Cassia javanica	0,69	Asie	5
Cassia moschata	0,71	Amériques	5
Cassia scleroxylon	1,01	Amériques	4
Cassipourea eurycoides	0,70	Afrique	5
Cassipourea malosana	0,59	Afrique	5
Castanopsis philippensis	0,51	Asie	5
Casuarina equisetifolia	0,81	Amériques	5
Casuarina equisetifolia	0,83	Asie	5
Casuarina nodiflora	0,85	Asie	5
Catostemma commune	0,50	Amériques	1
Cecropia sp.	0,36	Amériques	5
Cedrela odorata	0,42	Amériques	1
Cedrela odorata	0,38	Asie	5
Cedrela sp.	0,40-0,46	Amériques	5
Cedrela toona	0,43	Asie	5
Cedrelinga catenaeformis	0,45	Amériques	1
Ceiba pentandra	0,18-0,39	Afrique	3
Ceiba pentandra	0,28	Amériques	4
Ceiba pentandra	0,23	Asie	5
Ceiba samauma	0,57	Amériques	1
Celtis luzonica	0,49	Asie	5
Celtis schippii	0,59	Amériques	1
Celtis sp.	0,59	Afrique	5
Centrolobium sp.	0,65	Amériques	5
Cespedesia macrophylla	0,63	Amériques	5
Cespedesia spathulata	0,54	Amériques	1

TABEAU 4.13 DENSITE LIGNEUSE DE BASE (D) DES ESPECES D'ARBRES TROPICALES (TONNES SECHES A L'ETUVE (HUMIDE M⁻³))

1 = Baker *et al.*, 2004b ; 2 = Barbosa et Fearnside, 2004 ;
3 = CTFT, 1989 ; 4 = Fearnside, 1997 ; 5 = Reyes *et al.*, 1992

Espèce	Densité	Continent	Références
Chaetocarpus schomburgkianus	0,80	Amériques	5
Chisocheton pentandrus	0,52	Asie	5
Chlorophora excelsa	0,48-0,66	Afrique	3
Chlorophora tinctoria	0,73	Amériques	4
Chloroxylon swietenia	0,76-0,80	Asie	5
Chorisia integrifolia	0,28	Amériques	1
Chrysophyllum albidum	0,56	Afrique	5
Chukrassia tabularis	0,57	Asie	5
Citrus grandis	0,59	Asie	5
Clarisia racemosa	0,59	Amériques	4
Cleidion speciflorum	0,50	Amériques	5
Cleistanthus eollinus	0,88	Asie	5
Cleistanthus mildbraedii	0,87	Afrique	5
Cleistocalyx sp.	0,76	Asie	5
Cleistopholis patens	0,36	Afrique	5
Clusia rosea	0,67	Amériques	5
Cochlospermum gossypium	0,27	Asie	5
Cochlospermum orinocensis	0,26	Amériques	5
Cocos nucifera	0,50	Asie	5
Coda edulis	0,78	Afrique	5
Coelocaryon preussii	0,56	Afrique	5
Cola sp.	0,70	Afrique	5
Colona serratifolia	0,33	Asie	5
Combretodendron quadrialatum	0,57	Asie	5
Conopharyngia holstii	0,50	Afrique	5
Copaifera officinalis	0,61	Amériques	1
Copaifera pubiflora	0,56	Amériques	1
Copaifera religiosa	0,50	Afrique	5
Copaifera reticulata	0,63	Amériques	4
Cordia alliodora	0,48	Amériques	5
Cordia bicolor	0,49	Amériques	4
Cordia gerascanthus	0,74	Amériques	5
Cordia goeldiana	0,48	Amériques	4
Cordia millenii	0,34	Afrique	5
Cordia platythyrsa	0,36	Afrique	5
Cordia sagotii	0,50	Amériques	4
Cordia sp.	0,53	Asie	5
Corynanthe pachyceras	0,63	Afrique	5
Corythophora ramosa	0,84	Amériques	4
Cotylelobium sp.	0,69	Asie	5
Couepia sp.	0,70	Amériques	5
Couma macrocarpa	0,50	Amériques	4
Couratari guianensis	0,54	Amériques	4
Couratari multiflora	0,47	Amériques	4
Couratari oblongifolia	0,49	Amériques	4
Couratari stellata	0,63	Amériques	4
Crataeva religiosa	0,53	Asie	5
Cratoxylon arborescens	0,40	Asie	5
Croton megalocarpus	0,57	Afrique	5
Croton xanthochloros	0,48	Amériques	5
Cryptocarya sp.	0,59	Asie	5
Cryptosepalum staudtii	0,70	Afrique	5
Ctenolophon englerianus	0,78	Afrique	5
Cubilia cubili	0,49	Asie	5
Cullenia excelsa	0,53	Asie	5
Cupressus lusitanica	0,43-0,44	Amériques	5
Curatella americana	0,41	Amériques	2

TABLEAU 4.13 DENSITE LIGNEUSE DE BASE (D) DES ESPECES D'ARBRES TROPICALES (TONNES SECHES A L'ETUVE (HUMIDE M⁻³))1 = Baker *et al.*, 2004b ; 2 = Barbosa et Fearnside, 2004 ; 3 = CTFT, 1989 ; 4 = Fearnside, 1997 ; 5 = Reyes *et al.*, 1992

Espèce	Densité	Continent	Références
Cylicodiscus gabonensis	0,80	Afrique	5
Cynometra alexandri	0,74	Afrique	5
Cynometra sp.	0,80	Asie	5
Cyrylla racemiflora	0,53	Amériques	5
Dacrycarpus imbricatus	0,45-0,47	Asie	5
Dacrydium sp.	0,46	Asie	5
Dacryodes buttneri	0,44-0,57	Afrique	3
Dacryodes excelsa	0,52-0,53	Amériques	5
Dacryodes sp.	0,61	Asie	5
Dactyodes colombiana	0,51	Amériques	5
Dalbergia paniculata	0,64	Asie	5
Dalbergia retusa.	0,89	Amériques	5
Dalbergia stevensonii	0,82	Amériques	5
Daniellia oliveri	0,53	Afrique	3
Declinanona calycina	0,47	Amériques	5
Decussocarpus vitiensis	0,37	Asie	5
Degeneria vitiensis	0,35	Asie	5
Dehaasia triandra	0,64	Asie	5
Dendropanax arboreum	0,40	Amériques	4
Desbordesia pierreana	0,87	Afrique	5
Detarium senegalensis	0,63	Afrique	5
Dialium excelsum	0,78	Afrique	5
Dialium guianense	0,88	Amériques	4
Dialium sp.	0,80	Asie	5
Dialyanthera sp.	0,36-0,48	Amériques	5
Diclinanona calycina	0,47	Amériques	4
Dicorynia ghuianensis	0,65	Amériques	4
Dicorynia paraensis	0,60	Amériques	5
Didelotia africana	0,78	Afrique	5
Didelotia letouzeyi	0,50	Afrique	5
Didymopanax sp.	0,74	Amériques	5
Dillenia sp.	0,59	Asie	5
Dimorphandra mora	0,99	Amériques	5
Dinizia excelsa	0,86	Amériques	4
Diospyros sp.	0,82	Afrique	5
Diospyros sp.	0,47	Amériques	1
Diospyros sp.	0,70	Asie	5
Diplodiscus paniculatus	0,63	Asie	5
Diploon cuspidatum	0,85	Amériques	4
Diploptropis martiusii	0,74	Amériques	1
Diploptropis purpurea	0,78	Amériques	4
Dipterocarpus caudatus	0,61	Asie	5
Dipterocarpus eurynchus	0,56	Asie	5
Dipterocarpus gracilis	0,61	Asie	5
Dipterocarpus grandiflorus	0,62	Asie	5
Dipterocarpus kerrii	0,56	Asie	5
Dipterocarpus kunstlerii	0,57	Asie	5
Dipterocarpus sp.	0,61	Asie	5
Dipterocarpus warburgii	0,52	Asie	5
Dipteryx odorata	0,93	Amériques	4
Dipteryx polyphylla	0,87	Amériques	4
Discoglypemma caloneura	0,32	Afrique	5
Distemonanthus benthamianus	0,58	Afrique	5
Dracontomelon sp.	0,50	Asie	5
Dryobalanops sp.	0,61	Asie	5
Drypetes sp.	0,63	Afrique	5
Drypetes variabilis	0,71	Amériques	4

TABLEAU 4.13 DENSITE LIGNEUSE DE BASE (D) DES ESPECES D'ARBRES TROPICALES (TONNES SECHES A L'ETUVE (HUMIDE M⁻³))1 = Baker *et al.*, 2004b ; 2 = Barbosa et Fearnside, 2004 ; 3 = CTFT, 1989 ; 4 = Fearnside, 1997 ; 5 = Reyes *et al.*, 1992

Espèce	Densité	Continent	Références
Dytpetes bordenii	0,75	Asie	5
Durio sp.	0,53	Asie	5
Dussia lehmannii	0,59	Amériques	5
Dyera costulata	0,36	Asie	5
Dysoxylum quercifolium	0,49	Asie	5
Ecclinusa bacuri	0,59	Amériques	4
Ecclinusa guianensis	0,63	Amériques	5
Ehretia acuminata	0,51	Afrique	5
Elaeocarpus serratus	0,40	Asie	5
Embllica officinalis	0,80	Asie	5
Enantia chlorantha	0,42	Afrique	5
Endiandra laxiflora	0,54	Asie	5
Endlicheria sp.	0,50	Amériques	1
Endodesmia calophylloides	0,66	Afrique	5
Endopleura uchi	0,78	Amériques	4
Endospermum sp.	0,38	Asie	5
Entandrophragma utile	0,53-0,62	Afrique	3
Enterolobium cyclocarpum	0,34	Amériques	4
Enterolobium cyclocarpum	0,35	Asie	5
Enterolobium maximum	0,40	Amériques	4
Enterolobium schomburgkii	0,78	Amériques	4
Eperua falcata	0,78	Amériques	4
Epicharis cumingiana	0,73	Asie	5
Eriobroma oblongum	0,60	Afrique	5
Eriocoelum microspermum	0,50	Afrique	5
Eriotheca longipedicellata	0,45	Amériques	4
Erisma uncinatum	0,47	Amériques	1
Erismadelphus ensul	0,56	Afrique	5
Erythrina sp.	0,23	Amériques	5
Erythrina subumbrans	0,24	Asie	5
Erythrina vogelii	0,25	Afrique	5
Erythrophleum ivorense	0,70-0,88	Afrique	3
Erythrophloeum densiflorum	0,65	Asie	5
Eschweilera amazonica	0,90	Amériques	4
Eschweilera coriacea	0,78	Amériques	4
Eschweilera ovata	0,81	Amériques	4
Eschweilera sagotiana	0,79	Amériques	4
Eucalyptus citriodora	0,64	Asie	5
Eucalyptus deglupta	0,34	Asie	5
Eucalyptus robusta	0,51	Amériques	5
Eugenia sp.	0,65	Asie	5
Eugenia stahlilii	0,73	Amériques	5
Euxylophora paraensis	0,70	Amériques	4
Fagara macrophylla	0,69	Afrique	5
Fagara sp.	0,69	Amériques	5
Fagraea sp.	0,73	Asie	5
Ficus benjamina	0,65	Asie	5
Ficus insipida	0,50	Amériques	1
Ficus iteophylla	0,40	Afrique	5
Fumtunia latifolia	0,45	Afrique	5
Gallesia integrifolia	0,51	Amériques	1
Gambeya sp.	0,56	Afrique	5
Ganua obovatifolia	0,59	Asie	5
Garcinia myrtifolia	0,65	Asie	5
Garcinia punctata	0,78	Afrique	5
Garcinia sp.	0,75	Asie	5
Gardenia turgida	0,64	Asie	5

TABLEAU 4.13 DENSITE LIGNEUSE DE BASE (D) DES ESPECES D'ARBRES TROPICALES (TONNES SECHES A L'ETUVE (HUMIDE M⁻³))

1 = Baker *et al.*, 2004b ; 2 = Barbosa et Fearnside, 2004 ; 3 = CTFT, 1989 ; 4 = Fearnside, 1997 ; 5 = Reyes *et al.*, 1992

Espèce	Densité	Continent	Références
Garuga pinnata	0,51	Asie	5
Genipa americana	0,51	Amériques	4
Gilletiodendron mildbraedii	0,87	Afrique	5
Gluta sp.	0,63	Asie	5
Glycydendron amazonicum	0,66	Amériques	4
Gmelina arborea	0,41-0,45	Asie	5
Gmelina vitiensis	0,54	Asie	5
Gonocaryum calleryanum	0,64	Asie	5
Gonystylus punctatus	0,57	Asie	5
Gossweilerodendron balsamiferum	0,40	Afrique	5
Goupia glabra	0,68	Amériques	1
Grewia tiliaefolia	0,68	Asie	5
Guarea cedrata	0,48-0,57	Afrique	3
Guarea chalde	0,52	Amériques	5
Guarea guidonia	0,68	Amériques	4
Guarea kunthiana	0,60	Amériques	1
Guatteria decurrens	0,52	Amériques	1
Guatteria olivacea	0,51	Amériques	4
Guatteria procera	0,65	Amériques	4
Guazuma ulmifolia	0,50-0,52	Amériques	5
Guibourtia demeusii	0,70-0,84	Afrique	3
Guilielma gasipae	0,95-1,25	Amériques	5
Gustavia speciosa	0,34	Amériques	1
Hannoa klaineana	0,28	Afrique	5
Hardwickia binata	0,73	Asie	5
Harpullia arborea	0,62	Asie	5
Harungana madagascariensis	0,45	Afrique	5
Helicostylis tomentosa	0,72	Amériques	4
Heritiera sp.	0,56	Asie	5
Hernandia Sonora	0,29	Amériques	5
Hevea brasiliensis	0,49	Amériques	4
Hevea brasiliensis	0,53	Asie	5
Hexalobus crispiflorus	0,48	Afrique	5
Hibiscus tiliaceus	0,57	Asie	5
Hieronyma chocoensis	0,59-0,62	Amériques	1
Hieronyma laxiflora	0,55	Amériques	1
Himatanthus articulatus	0,38	Amériques	2
Hirtella davisii	0,74	Amériques	5
Holoptelea grandis	0,59	Afrique	5
Homalanthus populneus	0,38	Asie	5
Homalium sp.	0,70	Afrique	5
Homalium sp.	0,76	Asie	5
Hopea acuminata	0,62	Asie	5
Hopea sp.	0,64	Asie	5
Huberodendron patinoi	0,50	Amériques	1
Humiria balsamifera	0,66	Amériques	4
Humiriastrum excelsum	0,75	Amériques	4
Humiriastrum procera	0,70	Amériques	5
Hura crepitans	0,36	Amériques	4
Hyeronima alchorneoides	0,64	Amériques	4
Hyeronima laxiflora	0,59	Amériques	5
Hylodendron gabonense	0,78	Afrique	5
Hymenaea courbaril	0,77	Amériques	1
Hymenaea davisii	0,67	Amériques	5

TABLEAU 4.13 DENSITE LIGNEUSE DE BASE (D) DES ESPECES D'ARBRES TROPICALES (TONNES SECHES A L'ETUVE (HUMIDE M⁻³))

1 = Baker *et al.*, 2004b ; 2 = Barbosa et Fearnside, 2004 ; 3 = CTFT, 1989 ; 4 = Fearnside, 1997 ; 5 = Reyes *et al.*, 1992

Espèce	Densité	Continent	Références
Hymenaea oblongifolia	0,62	Amériques	1
Hymenaea parvifolia	0,95	Amériques	4
Hymenolobium excelsum	0,64	Amériques	4
Hymenolobium modestum	0,65	Amériques	4
Hymenolobium pulcherrimum	0,67	Amériques	4
Hymenostegia pellegrini	0,78	Afrique	5
Inga alba	0,62	Amériques	4
Inga edulis	0,51	Amériques	1
Inga paraensis	0,82	Amériques	4
Intsia palembanica	0,68	Asie	5
Irvingia grandifolia	0,78	Afrique	5
Iryanthera grandis	0,55	Amériques	4
Iryanthera sagotiana	0,57	Amériques	4
Iryanthera trocornis	0,72	Amériques	4
Jacaranda copaia	0,33	Amériques	4
Joannesia heveoides	0,39	Amériques	4
Julbernardia globiflora	0,78	Afrique	5
Kayea garciae	0,53	Asie	5
Khaya ivorensis	0,40-0,48	Afrique	3
Kingiodendron alternifolium	0,48	Asie	5
Klainedoxa gabonensis	0,87	Afrique	5
Kleinhovia hospita	0,36	Asie	5
Knema sp.	0,53	Asie	5
Koompassia excelsa	0,63	Asie	5
Koordersiodendron pinnatum	0,65-0,69	Asie	5
Kydia calycina	0,72	Asie	5
Lachmellea speciosa	0,73	Amériques	5
Laetia procera	0,63	Amériques	1
Lagerstroemia sp.	0,55	Asie	5
Lanea grandis	0,50	Asie	5
Lecomtedoxa klainenna	0,78	Afrique	5
Lecythis idatimon	0,77	Amériques	4
Lecythis lurida	0,83	Amériques	4
Lecythis pisonis	0,84	Amériques	4
Lecythis poltequi	0,81	Amériques	4
Lecythis zabucaja	0,86	Amériques	4
Letestua durissima	0,87	Afrique	5
Leucaena leucocephala	0,64	Asie	5
Licania macrophylla	0,76	Amériques	4
Licania oblongifolia	0,88	Amériques	4
Licania octandra	0,77	Amériques	4
Licania unguiculata	0,88	Amériques	1
Licaria aritu	0,80	Amériques	4
Licaria cannella	1,04	Amériques	4
Licaria rigida	0,73	Amériques	4
Lindackeria sp.	0,41	Amériques	5
Linociera domingensis	0,81	Amériques	5
Lithocarpus soleriana	0,63	Asie	5
Litsea sp.	0,40	Asie	5
Lonchocarpus sp.	0,69	Amériques	5
Lophira alata	0,84-0,97	Afrique	3
Lophopetalum sp.	0,46	Asie	5
Lovoa trichilioides	0,45	Afrique	5
Loxopterygium sagotii	0,56	Amériques	5
Lucuma sp.	0,79	Amériques	5
Luehea sp.	0,50	Amériques	5
Lueheopsis duckeana	0,62	Amériques	4
Mabea piriri	0,59	Amériques	5
Macaranga denticulata	0,53	Asie	5
Machaerium sp.	0,70	Amériques	5

TABLEAU 4.13 DENSITE LIGNEUSE DE BASE (D) DES ESPECES D'ARBRES TROPICALES (TONNES SECHES A L'ETUVE (HUMIDE M⁻³))1 = Baker *et al.*, 2004b ; 2 = Barbosa et Fearnside, 2004 ; 3 = CTFT, 1989 ; 4 = Fearnside, 1997 ; 5 = Reyes *et al.*, 1992

Espèce	Densité	Continent	Références
<i>Maclura tinctoria</i>	0,71	Amériques	1
<i>Macoubea guianensis</i>	0,40	Amériques	5
<i>Madhuca oblongifolia</i>	0,53	Asie	5
<i>Maesopsis eminii</i>	0,41	Afrique	5
<i>Magnolia sp.</i>	0,52	Amériques	5
<i>Maguira sclerophylla</i>	0,57	Amériques	5
<i>Malacantha sp.</i>	0,45	Afrique	5
<i>Mallotus philippinensis</i>	0,64	Asie	5
<i>Malouetia duckei</i>	0,57	Amériques	4
<i>Mammea africana</i>	0,62	Afrique	5
<i>Mammea americana</i>	0,62	Amériques	5
<i>Mangifera indica</i>	0,55	Amériques	5
<i>Mangifera sp.</i>	0,52	Asie	5
<i>Manilkara amazonica</i>	0,85	Amériques	4
<i>Manilkara bidentata</i>	0,87	Amériques	1
<i>Manilkara huberi</i>	0,93	Amériques	4
<i>Manilkara lacera</i>	0,78	Afrique	5
<i>Maniltoa minor</i>	0,76	Asie	5
<i>Maquira sclerophylla</i>	0,57	Amériques	4
<i>Marila sp.</i>	0,63	Amériques	5
<i>Markhamia platycalyx</i>	0,45	Afrique	5
<i>Marmaroxylon racemosum</i>	0,81	Amériques	4
<i>Mastixia philippinensis</i>	0,47	Asie	5
<i>Matayba domingensis</i>	0,70	Amériques	5
<i>Matisia hirta</i>	0,61	Amériques	5
<i>Mauria sp.</i>	0,31	Amériques	1
<i>Maytenus sp.</i>	0,71	Amériques	5
<i>Melanorrhea sp.</i>	0,63	Asie	5
<i>Melia dubia</i>	0,40	Asie	5
<i>Melicope triphylla</i>	0,37	Asie	5
<i>Meliosma macrophylla</i>	0,27	Asie	5
<i>Melochia umbellata</i>	0,25	Asie	5
<i>Memecylon capitellatum</i>	0,77	Afrique	5
<i>Metrosideros collina</i>	0,70-0,76	Asie	5
<i>Mezilaurus itauba</i>	0,70	Amériques	4
<i>Mezilaurus lindaviana</i>	0,68	Amériques	4
<i>Michelia sp.</i>	0,43	Asie	5
<i>Michropholis sp.</i>	0,61	Amériques	5
<i>Microberlinia brazzavillensis</i>	0,70	Afrique	5
<i>Microcos coriaceus</i>	0,42	Afrique	5
<i>Microcos stylocarpa</i>	0,40	Asie	5
<i>Micromelum compressum</i>	0,64	Asie	5
<i>Micropholis guyanensis</i>	0,65	Amériques	4
<i>Micropholis venulosa</i>	0,67	Amériques	4
<i>Milletia sp.</i>	0,72	Afrique	5
<i>Milliusa velutina</i>	0,63	Asie	5
<i>Mimusops elengi</i>	0,72	Asie	5
<i>Minuartia guianensis</i>	0,76	Amériques	1
<i>Mitragyna parviflora</i>	0,56	Asie	5
<i>Mitragyna stipulosa</i>	0,47	Afrique	5
<i>Monopetalanthus heitzii</i>	0,44-0,53	Afrique	3
<i>Mora excelsa</i>	0,80	Amériques	4
<i>Mora gonggrijpii</i>	0,78	Amériques	1
<i>Mora megistosperma</i>	0,63	Amériques	1
<i>Mouriri barinensis</i>	0,78	Amériques	1
<i>Mouriria sideroxylon</i>	0,88	Amériques	5
<i>Musanga cecropioides</i>	0,23	Afrique	5
<i>Myrciaria floribunda</i>	0,73	Amériques	5
<i>Myristica platysperma</i>	0,55	Amériques	4
<i>Myristica sp.</i>	0,53	Asie	5
<i>Myroxylon balsamum</i>	0,78	Amériques	1
<i>Myroxylon peruiferum</i>	0,78	Amériques	1

TABLEAU 4.13 DENSITE LIGNEUSE DE BASE (D) DES ESPECES D'ARBRES TROPICALES (TONNES SECHES A L'ETUVE (HUMIDE M⁻³))1 = Baker *et al.*, 2004b ; 2 = Barbosa et Fearnside, 2004 ; 3 = CTFT, 1989 ; 4 = Fearnside, 1997 ; 5 = Reyes *et al.*, 1992

Espèce	Densité	Continent	Références
<i>Naucllea diderrichii</i>	0,63	Afrique	5
<i>Nealchornea yapurensis</i>	0,61	Amériques	1
<i>Nectandra rubra</i>	0,57	Amériques	5
<i>Neesia sp.</i>	0,53	Asie	5
<i>Neonaucllea bernardoi</i>	0,62	Asie	5
<i>Neopoutonia macrocalyx</i>	0,32	Afrique	5
<i>Neotrewia cumingii</i>	0,55	Asie	5
<i>Nesogordonia papaverifera</i>	0,65	Afrique	5
<i>Ochna foxworthyi</i>	0,86	Asie	5
<i>Ochroma pyramidale</i>	0,30	Asie	5
<i>Ochtocosmus africanus</i>	0,78	Afrique	5
<i>Ocotea guianensis</i>	0,63	Amériques	4
<i>Ocotea neesiana</i>	0,63	Amériques	4
<i>Octomeles sumatrana</i>	0,27-0,32	Asie	5
<i>Odyendea sp.</i>	0,32	Afrique	5
<i>Oldfieldia africana</i>	0,78	Afrique	5
<i>Ongokea gore</i>	0,72	Afrique	5
<i>Onychopetalum amazonicum</i>	0,61	Amériques	4
<i>Ormosia coccinea</i>	0,61	Amériques	1
<i>Ormosia paraensis</i>	0,67	Amériques	4
<i>Ormosia schunkei</i>	0,57	Amériques	1
<i>Oroxylon indicum</i>	0,32	Asie	5
<i>Otoba gracilipes</i>	0,32	Amériques	1
<i>Ougenia dalbergiodes</i>	0,70	Asie	5
<i>Ouratea sp.</i>	0,66	Amériques	5
<i>Oxystigma oxyphyllum</i>	0,53	Afrique	5
<i>Pachira acuatica</i>	0,43	Amériques	5
<i>Pachyelasma tessmannii</i>	0,70	Afrique	5
<i>Pachypodanthium staudtii</i>	0,58	Afrique	5
<i>Palaquium sp.</i>	0,55	Asie	5
<i>Pangium edule</i>	0,50	Asie	5
<i>Paraberlinia bifoliolata</i>	0,56	Afrique	5
<i>Parashorea stellata</i>	0,59	Asie	5
<i>Paratecoma peroba</i>	0,60	Amériques	5
<i>Paratrophis glabra</i>	0,77	Asie	5
<i>Parinari excelsa</i>	0,68	Amériques	4
<i>Parinari glabra</i>	0,87	Afrique	5
<i>Parinari montana</i>	0,71	Amériques	4
<i>Parinari rodolphii</i>	0,71	Amériques	4
<i>Parinari sp.</i>	0,68	Asie	5
<i>Parkia multijuga</i>	0,38	Amériques	4
<i>Parkia nitada</i>	0,40	Amériques	4
<i>Parkia paraensis</i>	0,44	Amériques	4
<i>Parkia pendula</i>	0,55	Amériques	4
<i>Parkia roxburghii</i>	0,34	Asie	5
<i>Parkia ulei</i>	0,40	Amériques	4
<i>Pausandra trianae</i>	0,59	Amériques	1
<i>Pausinystalia brachythyrsa</i>	0,56	Afrique	5
<i>Pausinystalia sp.</i>	0,56	Afrique	5
<i>Payena sp.</i>	0,55	Asie	5
<i>Peltogyne paniculata</i>	0,89	Amériques	4
<i>Peltogyne paradoxa</i>	0,91	Amériques	4
<i>Peltogyne porphyrocardia</i>	0,89	Amériques	1
<i>Peltophorum pterocarpum</i>	0,62	Asie	5
<i>Pentace sp.</i>	0,56	Asie	5
<i>Pentaclethra macroloba</i>	0,43	Amériques	1
<i>Pentaclethra macrophylla</i>	0,78	Afrique	5
<i>Pentadesma butyracea</i>	0,78	Afrique	5

TABLEAU 4.13 DENSITE LIGNEUSE DE BASE (D) DES ESPECES D'ARBRES TROPICALES (TONNES SECHES A L'ETUVE (HUMIDE M⁻³))

1 = Baker *et al.*, 2004b ; 2 = Barbosa et Fearnside, 2004 ; 3 = CTFT, 1989 ; 4 = Fearnside, 1997 ; 5 = Reyes *et al.*, 1992

Espèce	Densité	Continent	Références
Persea sp.	0,40-0,52	Amériques	5
Peru glabrata	0,65	Amériques	5
Peru schomburgkiana	0,59	Amériques	5
Petititia domingensis	0,66	Amériques	5
Phaeanthus ebracteolatus	0,56	Asie	5
Phyllanthus discoideus	0,76	Afrique	5
Phyllocladus hypophyllus	0,53	Asie	5
Phyllostylon brasiliensis	0,77	Amériques	4
Pierreodendron africanum	0,70	Afrique	5
Pinus caribaea	0,51	Amériques	5
Pinus caribaea	0,48	Asie	5
Pinus insularis	0,47-0,48	Asie	5
Pinus merkusii	0,54	Asie	5
Pinus oocarpa	0,55	Amériques	5
Pinus patula	0,45	Amériques	5
Piptadenia communis	0,68	Amériques	4
Piptadenia grata	0,86	Amériques	1
Piptadenia suaveolens	0,75	Amériques	4
Piptadeniastrum africanum	0,56	Afrique	5
Piratinera guianensis	0,96	Amériques	5
Pisonia umbellifera	0,21	Asie	5
Pithecellobium guachapele	0,56	Amériques	5
Pithecellobium latifolium	0,36	Amériques	1
Pithecellobium saman	0,49	Amériques	1
Pittosporum pentandrum	0,51	Asie	5
Plagiostyles africana	0,70	Afrique	5
Planchonia sp.	0,59	Asie	5
Platonia insignis	0,70	Amériques	5
Platymiscium sp.	0,71-0,84	Amériques	5
Podocarpus oleifolius	0,44	Amériques	1
Podocarpus rospigliosii	0,57	Amériques	1
Podocarpus sp.	0,43	Asie	5
Poga oleosa	0,36	Afrique	5
Polyalthia flava	0,51	Asie	5
Polyalthia suaveolens	0,66	Afrique	5
Polyscias nodosa	0,38	Asie	5
Pometia sp.	0,54	Asie	5
Poulsenia armata	0,37-0,44	Amériques	1
Pourouma sp.	0,32	Amériques	5
Pouteria anibifolia	0,66	Amériques	1
Pouteria anomala	0,81	Amériques	4
Pouteria caimito	0,87	Amériques	4
Pouteria guianensis	0,90	Amériques	4
Pouteria manaosensis	0,64	Amériques	4
Pouteria oppositifolia	0,65	Amériques	4
Pouteria villamilii	0,47	Asie	5
Premna angolensis	0,63	Afrique	5
Premna tomentosa	0,96	Asie	5
Prioria copaifera	0,40-0,41	Amériques	5
Protium heptaphyllum	0,54	Amériques	4
Protium tenuifolium	0,65	Amériques	4
Pseudolmedia laevigata	0,62-0,63	Amériques	1
Pseudolmedia laevis	0,71	Amériques	1
Pteleopsis hylodendron	0,63	Afrique	5

TABLEAU 4.13 DENSITE LIGNEUSE DE BASE (D) DES ESPECES D'ARBRES TROPICALES (TONNES SECHES A L'ETUVE (HUMIDE M⁻³))

1 = Baker *et al.*, 2004b ; 2 = Barbosa et Fearnside, 2004 ; 3 = CTFT, 1989 ; 4 = Fearnside, 1997 ; 5 = Reyes *et al.*, 1992

Espèce	Densité	Continent	Références
Pterocarpus marsupium	0,67	Asie	5
Pterocarpus soyauxii	0,62-0,79	Afrique	3
Pterocarpus vernalis	0,57	Amériques	1
Pterogyne nitens	0,66	Amériques	4
Pterygota sp.	0,52	Afrique	5
Pterygota sp.	0,62	Amériques	1
Pycnanthus angolensis	0,40-0,53	Afrique	3
Qualea albiflora	0,50	Amériques	5
Qualea brevipedicellata	0,69	Amériques	4
Qualea dinizii	0,58	Amériques	5
Qualea lancifolia	0,58	Amériques	4
Qualea paraensis	0,67	Amériques	4
Quararibea asterolepis	0,45	Amériques	1
Quararibea bicolor	0,52-0,53	Amériques	1
Quararibea cordata	0,43	Amériques	1
Quassia simarouba	0,37	Amériques	4
Quercus alata	0,71	Amériques	5
Quercus costaricensis	0,61	Amériques	5
Quercus eugeniaefolia	0,67	Amériques	5
Quercus sp.	0,70	Asie	5
Radermachera pinnata	0,51	Asie	5
Randia cladantha	0,78	Afrique	5
Raputia sp.	0,55	Amériques	5
Rauwolfia macrophylla	0,47	Afrique	5
Rheedia sp.	0,60	Amériques	1
Rhizophora mangle	0,89	Amériques	4
Ricinodendron heudelotii	0,20	Afrique	5
Rollinia exsucca	0,52	Amériques	4
Roupala moniana	0,77	Amériques	4
Ruizierania albiflora	0,57	Amériques	4
Saccoglottis gabonensis	0,74	Afrique	5
Saccoglottis guianensis	0,77	Amériques	4
Salmalia malabarica	0,32-0,33	Asie	5
Samanea saman	0,45-0,46	Asie	5
Sandoricum vidalii	0,43	Asie	5
Santiria trimera	0,53	Afrique	5
Sapindus saponaria	0,58	Asie	5
Sapium ellipticum	0,50	Afrique	5
Sapium luzontcum	0,40	Asie	5
Sapium marmieri	0,40	Amériques	1
Schefflera morototoni	0,36	Amériques	1
Schizolobium parahyba	0,40	Amériques	1
Schleichera oleosa	0,96	Asie	5
Schrebera arborea	0,63	Afrique	5
Schrebera swietenoides	0,82	Asie	5
Sclerolobium chrysopyllum	0,62	Amériques	4
Sclerolobium paraense	0,64	Amériques	4
Sclerolobium peoppigianum	0,65	Amériques	4
Scleronema micranthum	0,61	Amériques	4
Sclorodophloeus zenkeri	0,68	Afrique	5
Scottellia coriacea	0,56	Afrique	5
Scyphocephalum ochocoa	0,48	Afrique	5
Scytopetalum tieghemii	0,56	Afrique	5
Semicarpus anacardium	0,64	Asie	5
Serialbizia acle	0,57	Asie	5
Serianthes melanesica	0,48	Asie	5
Sesbania grandiflora	0,40	Asie	5

TABLEAU 4.13 DENSITE LIGNEUSE DE BASE (D) DES ESPECES D'ARBRES TROPICALES (TONNES SECHES A L'ETUVE (HUMIDE M⁻³))1 = Baker *et al.*, 2004b ; 2 = Barbosa et Fearnside, 2004 ; 3 = CTFT, 1989 ; 4 = Fearnside, 1997 ; 5 = Reyes *et al.*, 1992

Espèce	Densité	Continent	Références
Shorea assamica forma philippinensis	0,41	Asie	5
Shorea astylosa	0,73	Asie	5
Shorea ciliata	0,75	Asie	5
Shorea contorta	0,44	Asie	5
Shorea palosapis	0,39	Asie	5
Shorea plagata	0,70	Asie	5
Shorea polita	0,47	Asie	5
Shorea robusta	0,72	Asie	5
Shorea sp. (balau)	0,70	Asie	5
Shorea sp. (dark red meranti)	0,55	Asie	5
Shorea sp. (light red meranti)	0,40	Asie	5
Sickingia sp.	0,52	Amériques	5
Simaba multiflora	0,51	Amériques	5
Simarouba amara	0,36	Amériques	1
Simira sp.	0,65	Amériques	1
Sindoropsis letestui	0,56	Afrique	5
Sloanea guianensis	0,79	Amériques	5
Sloanea javanica	0,53	Asie	5
Sloanea nitida	1,01	Amériques	4
Soymida febrifuga	0,97	Asie	5
Spathodea campanulata	0,25	Asie	5
Spondias lutea	0,38	Amériques	4
Spondias mombin	0,31-0,35	Amériques	1
Spondias purpurea	0,40	Amériques	4
Staudtia stipitata	0,75	Afrique	5
Stemonurus luzoniensis	0,37	Asie	5
Sterculia apetala	0,33	Amériques	4
Sterculia pruriens	0,46	Amériques	4
Sterculia rhinopetala	0,64	Afrique	5
Sterculia speciosa	0,51	Amériques	4
Sterculia vitiensis	0,31	Asie	5
Stereospermum suaveolens	0,62	Asie	5
Strephonema pseudocola	0,56	Afrique	5
Strombosia philippinensis	0,71	Asie	5
Strombosiopsis tetrandra	0,63	Afrique	5
Strychnos potatorum	0,88	Asie	5
Stylogyne sp.	0,69	Amériques	5
Swartzia fistuloides	0,82	Afrique	5
Swartzia laevicarpa	0,61	Amériques	1
Swartzia panacoco	0,97	Amériques	4
Swietenia macrophylla	0,43	Amériques	1
Swietenia macrophylla	0,49-0,53	Asie	5
Swintonia foxworthyi	0,62	Asie	5
Swintonia sp.	0,61	Asie	5
Sycopsis dunnii	0,63	Asie	5
Symphonia globulifera	0,58	Afrique	5
Symphonia globulifera	0,58	Amériques	1
Syzygium cordatum	0,59	Afrique	5
Syzygium sp.	0,69-0,76	Asie	5
Tabebuia rosea	0,54	Amériques	1
Tabebuia serratifolia	0,92	Amériques	1
Tabebuia stenocalyx	0,55-0,57	Amériques	5
Tachigalia myrmecophylla	0,53	Amériques	4
Talisia sp.	0,84	Amériques	5
Tamarindus indica	0,75	Asie	5
Tapirira guianensis	0,50	Amériques	4

TABLEAU 4.13 DENSITE LIGNEUSE DE BASE (D) DES ESPECES D'ARBRES TROPICALES (TONNES SECHES A L'ETUVE (HUMIDE M⁻³))1 = Baker *et al.*, 2004b ; 2 = Barbosa et Fearnside, 2004 ; 3 = CTFT, 1989 ; 4 = Fearnside, 1997 ; 5 = Reyes *et al.*, 1992

Espèce	Densité	Continent	Références
Taralea oppositifolia	0,80	Amériques	1
Tectona grandis	0,50-0,55	Asie	5
Terminalia amazonica	0,65	Amériques	1
Terminalia citrina	0,71	Asie	5
Terminalia copelandii	0,46	Asie	5
Terminalia ivorensis	0,40-0,59	Afrique	3
Terminalia microcarpa	0,53	Asie	5
Terminalia nitens	0,58	Asie	5
Terminalia oblonga	0,73	Amériques	1
Terminalia pterocarpa	0,48	Asie	5
Terminalia superba	0,40-0,66	Afrique	3
Terminalia tomentosa	0,73-0,77	Asie	5
Ternstroemia megacarpa	0,53	Asie	5
Tessmania africana	0,85	Afrique	5
Testulea gabonensis	0,60	Afrique	5
Tetragastris altissima	0,74	Amériques	4
Tetragastris panamensis	0,76	Amériques	4
Tetrameles nudiflora	0,30	Asie	5
Tetramerista glabra	0,61	Asie	5
Tetrapleura tetraptera	0,50	Afrique	5
Thespesia populnea	0,52	Asie	5
Thyrsodium guianensis	0,63	Amériques	4
Tieghemella africana	0,53-0,66	Afrique	3
Toluidra balsamum	0,74	Amériques	5
Torrubia sp.	0,52	Amériques	5
Toulicia pulvinata	0,63	Amériques	5
Tovomitia guianensis	0,60	Amériques	5
Trattinickia sp.	0,38	Amériques	5
Trema orientalis	0,31	Asie	5
Trema sp.	0,40	Afrique	5
Trichilia lecontei	0,90	Amériques	4
Trichilia prieureana	0,63	Afrique	5
Trichilia propingua	0,58	Amériques	5
Trichoscypha arborea	0,59	Afrique	5
Trichosperma mexicanum	0,41	Amériques	5
Trichospermum richii	0,32	Asie	5
Triplaris cumingiana	0,53	Amériques	5
Triplochiton scleroxylon	0,28-0,44	Afrique	3
Tristania sp.	0,80	Asie	5
Trophis sp.	0,44	Amériques	1
Turpinia ovalifolia	0,36	Asie	5
Vantanea parviflora	0,86	Amériques	4
Vatairea guianensis	0,70	Amériques	4
Vatairea paraensis	0,78	Amériques	4
Vatairea sericea	0,64	Amériques	4
Vateria indica	0,47	Asie	5
Vatica sp.	0,69	Asie	5
Vepris undulata	0,70	Afrique	5
Virola michelii	0,50	Amériques	4
Virola reidii	0,35	Amériques	1
Virola sebifera	0,37	Amériques	1
Vismia sp.	0,41	Amériques	5
Vitex doniana	0,40	Afrique	5
Vitex sp.	0,52-0,57	Amériques	5
Vitex sp.	0,65	Asie	5
Vitex stahelii	0,60	Amériques	5
Vochysia densiflora	0,29	Amériques	1
Vochysia ferruginea	0,37	Amériques	1
Vochysia guianensis	0,53	Amériques	4

TABLEAU 4.13 DENSITE LIGNEUSE DE BASE (D) DES ESPECES D'ARBRES TROPICALES (TONNES SECHES A L'ETUVE (HUMIDE M⁻³))

1 = Baker *et al.*, 2004b ; 2 = Barbosa et Fearnside, 2004 ;
3 = CTFT, 1989 ; 4 = Fearnside, 1997 ; 5 = Reyes *et al.*, 1992

Espèce	Densité	Continent	Références
<i>Vochysia lanceolata</i>	0,49	Amériques	1
<i>Vochysia macrophylla</i>	0,36	Amériques	1
<i>Vochysia maxima</i>	0,47	Amériques	4
<i>Vochysia melinonii</i>	0,51	Amériques	4
<i>Vochysia obidensis</i>	0,50	Amériques	4
<i>Vochysia surinamensis</i>	0,66	Amériques	4
<i>Vouacapoua americana</i>	0,79	Amériques	4
<i>Warszewicia coccinea</i>	0,56	Amériques	5
<i>Wrightia tinctoria</i>	0,75	Asie	5
<i>Xanthophyllum excelsum</i>	0,63	Asie	5
<i>Xanthoxylum martinicensis</i>	0,46	Amériques	5
<i>Xanthoxylum sp.</i>	0,44	Amériques	5
<i>Xylia xylocarpa</i>	0,73-0,81	Asie	5
<i>Xylopia frutescens</i>	0,64	Amériques	5
<i>Xylopia nitida</i>	0,57	Amériques	4
<i>Xylopia staudtii</i>	0,36	Afrique	5
<i>Zanthoxylum rhetsa</i>	0,33	Asie	5
<i>Zizyphus sp.</i>	0,76	Asie	5

TABEAU 4.14
DENSITE LIGNEUSE DE BASE (D) DE TAXONS D'ARBRES BOREAUX ET TEMPERES CHOISIS

Taxon	D [tonnes séchées à l'étuve (humide m³)]	Source
Abies spp.	0,40	2
Acer spp.	0,52	2
Alnus spp.	0,45	2
Betula spp.	0,51	2
Fagus sylvatica	0,58	2
Fraxinus spp.	0,57	2
Larix decidua	0,46	2
Picea abies	0,40	2
Picea sitchensis	0,40	3
Pinus pinaster	0,44	4
Pinus radiata	0,38 (0,33 – 0,45)	1
Pinus strobus	0,32	2
Pinus sylvestris	0,42	2
Populus spp.	0,35	2
Prunus spp.	0,49	2
Pseudotsuga menziesii	0,45	2
Quercus spp.	0,58	2
Salix spp.	0,45	2
Tilia spp.	0,43	2
1 = Beets et al., 2001 2 = Dietz, 1975 3 = Knigge et Shulz, 1966 4 = Rijdsdijk et Laming, 1994		

Annexe 4A.1 Glossaire des terres forestières

Terminologie relative aux stocks et variations des forêts telles que définies dans le présent volume			
Élément	État	Augmentation	Diminution due aux récoltes
Volume commercialisable	Stock en croissance	Accroissement annuel net	Extractions
Biomasse dans le volume commercialisable	Biomasse du stock en croissance	Biomasse en accroissement	Biomasse extraite
Biomasse aérienne totale	Biomasse aérienne	Croissance de la biomasse aérienne	Extraction de biomasse aérienne
Biomasse souterraine totale	Biomasse souterraine	Croissance de la biomasse souterraine	Extraction de biomasse souterraine ⁵
Biomasse aérienne et souterraine totale	Biomasse totale	Croissance de la biomasse totale	Extraction de biomasse
Carbone	carbone dans ... (n'importe quel élément ci-dessus, par exemple carbone dans le stock en croissance ou l'extraction de biomasse, ou dans la litière, le bois mort et la matière organique morte)		

ABATTAGES

Volume (sur écorce) de tous les arbres, vivants ou morts, de diamètre à hauteur de poitrine supérieur à 10 cm, abattus annuellement dans des forêts et autres terres boisées. Comprend le volume de tous les arbres abattus, qu'ils aient été enlevés ou non. Comprend l'élagage et le nettoyage forestiers pré-commerciaux et de sylviculture des arbres de plus de 10 cm de diamètre, restant dans la forêt, et les pertes naturelles récupérées.

Note : Dans les présentes lignes directrices, seuls les termes « extraction de bois » et « extraction de bois de chauffage » sont utilisés, conformément au GFRA 2005. La partie enlevée représente généralement un sous-ensemble des abattages.

ACCROISSEMENT ANNUEL NET

Volume annuel moyen sur une période de référence donnée d'accroissement brut moins la mortalité naturelle, de tous les arbres à un diamètre à hauteur de poitrine minimum spécifié. Dans le présent volume, la mortalité n'inclut pas les pertes dues aux perturbations (voir ci-dessus).

AGROFORESTERIE

Système d'affectation des terres par lequel on préserve, introduit ou mêle des arbres ou autres plantes ligneuses vivaces dans des systèmes de production animale ou végétale, afin de profiter des interactions économiques ou écologiques entre leurs composantes (traduit du *Dictionary of Forestry*, helms, 1998, Society of American Foresters).

ARBRE

Plante ligneuse vivace de souche principale unique, ou dans le cas du taillis comprenant plusieurs souches, et au houppier plus ou moins défini. Inclut les bambous, palmiers et autres plantes ligneuses remplissant les critères ci-dessus.

ARBUSTES

Plantes ligneuses vivaces, mesurant généralement plus de 0,5 mètre et moins de 5 mètres de hauteur à maturité, et sans houppier défini. Les limites de hauteur des arbres et arbustes doivent être interprétées avec flexibilité, notamment les hauteurs minimales des arbres et les hauteurs maximales des arbustes, qui peuvent varier de 5 à 7 mètres.

⁵ Intervient dans certains cas, par exemple lorsque les stocks de racines (noix) ou tout le système racinaire sont extraits (récolte de biomasse).

AUTRE PERTURBATION

Perturbation causée par des facteurs autres que le feu, les insectes ou les maladies. Peut comprendre les zones affectées par des sécheresses, des inondations, des chablis, des pluies acides, etc.

BIOMASSE AERIENNE

Totalité de la biomasse de la végétation vivante aérienne, ligneuse et herbacée, y compris les tiges, souches, branches, écorces, semences et feuillage.

Note : Lorsque le sous-étage forestier est un élément relativement peu important du pool 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.

BIOMASSE DU 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 de diamètre égal ou supérieur à 2 mm, et les souches de diamètre égal ou supérieur à 10 cm ou tout autre diamètre adopté par le pays.

BIOMASSE DU STOCK EN CROISSANCE

Poids séché à l'étuve du stock en croissance (voir ci-dessus).

BIOMASSE EN ACCROISSEMENT

Poids séché à l'étuve de l'accroissement annuel net (commercialisable) d'un arbre, peuplement, ou forêt.

BIOMASSE EXTRAITE

Poids séché à l'étude de l'extraction de bois.

BIOMASSE LIGNEUSE

Biomasse des arbres, buissons et arbustes, et palmiers et bambous selon une signification botanique non stricte.

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.

BIOMASSE TOTALE

Biomasse du stock en croissance d'arbres, de peuplements ou de forêts plus biomasse des branches, brindilles, feuillage, graines, souches, et parfois arbres non commerciaux. Se divise en biomasse aérienne et biomasse souterraine (voir ci-dessus). S'il ne peut y avoir de malentendu, on peut aussi utiliser le terme « biomasse » seul pour signifier la biomasse totale.

BOISEMENT⁶

Conversion anthropique directe en terres forestières de terres qui n'avaient pas porté de forêts pendant au moins 50 ans, par plantation, ensemencement et/ou promotion par l'homme d'un ensemencement naturel.

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.

BOIS ROND

Tout bois rond abattu ou autrement récolté et extrait ; comprend tout le bois obtenu par extraction, par exemple les quantités extraites de forêts de d'arbres hors forêts, y compris le bois récupéré de pertes naturelles d'abattage pendant une période donnée. Dans les statistiques de production, le bois rond représente la somme de bois de chauffage, y compris le bois destiné au charbon, les grumes de sciage et de placage, le bois à pâte et autres bois ronds industriels. Dans les statistiques commerciales, il représente la somme du bois rond industriel, et le bois de chauffage, y compris le bois destiné au charbon. Sa mesure est le mètre cube *hors écorce*.

⁶ Dans le contexte du Protocole de Kyoto, comme le stipulent les Accords de Marrakech, voir paragraphe 1 de l'Annexe au projet de décision –/CMP.1 (Affectation des terres, changements d'affectation des terres et foresterie) dans le document FCCC/CP/2001/13/Add.1, p.58.

CARBONE DANS ...

Voir tableau ci-dessus ; quantité absolue en tonnes, obtenue en multipliant la quantité de biomasse dans l'élément concerné par la fraction de carbone correspondant, normalement 50 %.

CARBONE DES SOLS

Inclut le carbone organique des sols minéraux et organiques (y compris tourbe) à une profondeur spécifiée choisie par le pays et utilisée avec cohérence dans la série temporelle. Les racines fines vivantes de moins de 2 mm (ou toute autre valeur choisie par le pays comme diamètre maximum pour la biomasse souterraine) sont incluses avec la matière organique des sols quand on est incapable de les en distinguer de manière empirique.

COMBUSTIBLE LIGNEUX

Tous les combustibles ligneux, biocombustibles dérivés du bois. Tous types des biocombustibles tirés directement ou indirectement de la biomasse ligneuse.

CONVERSION

Passage d'une affectation des terres à une autre.

COUVERT

Voir couvert forestier.

COUVERT FORESTIER

Pourcentage de sol couvert par une projection verticale du plus grand périmètre de l'étendue naturelle du feuillage. Ne peut pas dépasser 100 %.

CROISSANCE DE LA BIOMASSE AERIENNE

Poids séché à l'étuve de l'accroissement annuel net (voir ci-après) d'un arbre, peuplement ou forêt plus poids séché à l'étuve de la croissance annuelle des branches, brindilles, feuillage, cime et souche. Le terme « croissance » est ici utilisé en lieu et place d'« accroissement » car celui-ci est souvent compris en termes de volume commercialisable.

CROISSANCE DE LA BIOMASSE TOTALE

Biomasse de l'accroissement annuel net d'arbres, de peuplements ou de forêts plus biomasse de la croissance des branches, brindilles, feuillage, graines, souches, et parfois arbres non commerciaux. Se divise en biomasse aérienne et biomasse souterraine (voir ci-dessus). S'il ne peut y avoir de malentendu, on peut aussi utiliser le terme « croissance de la biomasse » seul pour signifier la croissance de la biomasse totale. Le terme « croissance » est ici utilisé en lieu et place d'« accroissement » car celui-ci est souvent compris en termes de volume commercialisable.

DEBOISEMENT⁷

Conversion anthropique directe de terres forestières en terres non forestières.

DENSITE LIGNEUSE DE BASE

Rapport entre la masse sèche et le volume de bois de fût frais sans écorce.

ESPECE INTRODUITE

Espèce introduite dans une zone extérieure à sa distribution normale passée et présente.

EXTRACTION DE BIOMASSE

Biomasse de l'extraction de bois et de bois de chauffage (voir ci-après) plus poids sec des branches, tiges, feuillage des arbres ou peuplements extraits.

EXTRACTION DE BOIS

Bois extrait (volume de bois rond sur écorce) pour la production de biens et de services autres que la production d'énergie (bois de chauffage). Le terme « extraction » n'est pas similaire au terme « abattages » car il exclut les arbres abattus laissés en forêt. Il comprend l'extraction de bois d'abattages précédents et d'arbres exterminés ou

⁷ Dans le contexte du Protocole de Kyoto, comme le stipulent les Accords de Marrakech, voir paragraphe 1 de l'Annexe au projet de décision -/CMP.1 (Affectation des terres, changements d'affectation des terres et foresterie) dans le document FCCC/CP/2001/13/Add.1, p.58.

endommagés par des phénomènes naturels. Il comprend aussi les extractions effectuées par des particuliers ou des propriétaires fonciers pour leur propre usage.

EXTRACTION DE BOIS DE CHAUFFAGE

Bois extrait à des fins de production d'énergie, que l'utilisation finale soit industrielle, commerciale ou domestique. Le bois de chauffage comprend le bois collecté ou extrait directement de forêts ou d'autres terres boisées à des fins énergétiques uniquement. Il ne comprend pas le bois de chauffage produit en tant que sous-produit ou matériel résiduel de la fabrication industrielle de bois rond, mais comprend les extractions suivant abattages et sur des arbres tués ou endommagés par des phénomènes naturels. Il comprend aussi les extractions effectuées par des particuliers ou des propriétaires fonciers pour leur propre usage.

FACTEUR DE CONVERSION

Facteur de multiplication qui transforme les unités de mesures d'un élément sans affecter sa taille ou quantité. Par exemple, la densité ligneuse de base est un facteur de conversion qui transforme le volume vert de bois en poids sec.

FACTEUR D'EXPANSION DE LA BIOMASSE (FEB)

Facteur de multiplication qui extrapole le poids sec de la *biomasse du stock en croissance*, de la *biomasse de l'accroissement* et de la *biomasse de l'extraction de bois et de bois de chauffage* pour intégrer les éléments de biomasse non commercialisables et non commerciaux, comme les souches, les branches, les tiges, le feuillage et parfois les arbres non commerciaux. Les facteurs d'expansion de la biomasse pour le stock en croissance (FEB), pour l'accroissement annuel net (FEB_A), et pour l'extraction de bois et de bois de chauffage (FEB_E) sont généralement différents. Dans les présentes lignes directrices, ils ne prennent en compte que les éléments aériens. Pour plus de précisions, voir l'encadré 4.2.

FACTEUR D'EXPANSION ET DE CONVERSION DE LA BIOMASSE (FECB)

Facteur de multiplication qui convertit le volume commercialisable de stock en croissance, le volume commercialisable d'accroissement annuel net, ou le volume commercialisable d'extraction de bois et de bois de chauffage en biomasse aérienne, croissance de la biomasse aérienne, ou extraction de biomasse, respectivement. Les facteurs d'expansion et de conversion de la biomasse pour le stock en croissance (FECB), pour l'accroissement annuel net (FECB_A), et pour l'extraction de bois et de bois de chauffage (FECB_E) sont généralement différents. Dans les présentes lignes directrices, ils ne prennent en compte que les éléments aériens. Pour plus de précisions, voir l'encadré 4.2.

FORET⁸

On entend par forêt une terre d'une superficie minimale comprise entre 0,05 et 1,0 hectare portant des arbres dont le houppier couvre plus de 10 à 30 pour cent de la surface (ou ayant une densité de peuplement équivalente) et qui peuvent atteindre à maturité une hauteur minimale de 2 à 5 mètres *in situ*. Une forêt peut être constituée soit de formations denses dont les divers étages et les sous-bois couvrent une forte proportion du sol, soit de formations claires. Les jeunes peuplements naturels et toutes les plantations dont le houppier ne couvre pas encore 10–30 pour cent de la superficie ou qui n'atteignent pas encore une hauteur de 2 à 5 mètres sont classés dans la catégorie des forêts, de même que les espaces faisant normalement partie des terres forestières qui sont temporairement déboisées par suite d'une intervention humaine telle que l'abattage ou de phénomènes naturels mais qui devraient redevenir des forêts.

FORET DENSE

Forêt dans laquelle les arbres couvrent une grande proportion du sol (> 40 %), au niveau des différents étages et du sous-bois.

FORET GEREE

Une forêt gérée est une terre forestière soumise aux conditions définies pour les terres gérées.

FORET NATURELLE

Forêt composée d'arbres indigènes et n'entrant pas dans la catégorie « plantations de forêts ».

⁸ Dans le contexte du Protocole de Kyoto, comme le stipulent les Accords de Marrakech, voir paragraphe 1 de l'Annexe au projet de décision -/CMP.1 (Affectation des terres, changements d'affectation des terres et foresterie) dans le document FCCC/CP/2001/13/Add.1, p.58.

FRACTION DE CARBONE

Tonnes de carbone par tonne de matière sèche de la biomasse.

GESTION FORESTIERE⁹

Systèmes de pratiques menées dans le but d'administrer et d'exploiter les forêts de manière à ce qu'elles remplissent durablement certaines fonctions écologiques (y compris la préservation de la diversité biologique), économiques et sociales pertinentes.

GESTION FORESTIERE INTENSIVE

Régime de gestion forestière dont les pratiques de sylviculture définissent la structure et la composition des peuplements forestiers. Existence des prévisions de gestion formelles et informelles.

Une forêt n'est pas gérée de manière intensive si la structure et la composition de ses peuplements sont définies par des procédés principalement naturels écologiques.

HUMIDE (FORET)

Les régimes hygrométriques pour les zones boréales et tempérées sont définis par le rapport des précipitations annuelles moyennes (PAM) et de l'évapotranspiration potentielle (ETP) : Sèche ($PAM/ETP < 1$) et humide ($PAM/ETP > 1$) ; et pour les zones tropicales seulement par les précipitations : Sèche ($PAM < 1.000$ mm), humide ($PAM : 1\ 000-2\ 000$ mm) et pluvieuse ($PAM > 2\ 000$ mm).

INVENTAIRE FORESTIER

Système permettant de mesurer l'étendue, la quantité et l'état d'une forêt, en général par échantillonnage :

1. Ensemble de méthodes d'échantillonnage objectif destiné à quantifier la distribution spatiale, la composition et les taux de variation des paramètres forestiers à des niveaux de précision spécifiés et dans un objectif de gestion ;
2. Les listes de données tirées de telles enquêtes. Peut concerner toutes les ressources forestières y compris les arbres et autre végétation, les poissons, les insectes et la faune sauvage, ainsi que les arbres des rues et les arbres de forêts urbaines.

LITIERE

Totalité de la biomasse morte de taille supérieure à la limite définie pour la matière organique des sols (suggestion : 2 mm) et inférieure au diamètre minimum choisi pour le bois mort (10 cm, par exemple), morte sur le sol, à divers stades de décomposition, et située au-dessus ou à l'intérieur du sol minéral ou organique. Ceci inclut la couche de litière telle que définie habituellement dans les typologies du sol. Les racines vivantes minces situées au-dessus du sol minéral ou organique (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.

MATIERE ORGANIQUE DES SOLS

Inclut le carbone organique des sols minéraux à une profondeur spécifiée choisie par le pays et utilisée avec cohérence dans la série temporelle. Les racines minces vivantes et mortes et la MOM à l'intérieur de la terre inférieures au diamètre minimum adopté (suggestion : 2mm) pour les racines et la MOM sont incluses dans les matières organiques du sol lorsqu'il n'est pas possible de les distinguer empiriquement. La profondeur du sol par défaut est de 30 cm et les recommandations pour la détermination des profondeurs spécifiques au pays sont données au Chapitre 2.3.3.1.

MATIERE SECHE (M.S.)

La matière sèche se réfère à la biomasse qui a été séchée pour atteindre un état sec à l'étuve, normalement à 70° C.

MORTALITE

Arbres morts naturellement suite à la compétition lors de l'étape d'exclusion des tiges d'un peuplement ou d'une forêt. Dans le présent volume, la mortalité n'inclut pas les pertes dues aux perturbations (voir ci-dessus).

⁹ Selon les Accords de Marrakech, la gestion des forêts a une signification particulière, qui pourra devoir être subdivisée conformément au chapitre 4.

PERTES DE RECOLTES

Différence entre le volume commercialisable évalué de stock en croissance et le volume réel de bois d'œuvre récolté. En raison des différences de réglementations relatives aux mesures du bois d'œuvre sur pied et abattu, les pertes proviennent du tronçonnage, des cassures et des défauts.

PERTURBATION

Une perturbation se définit comme une fluctuation de l'environnement et un événement destructeur qui perturbe la santé de la forêt, sa structure, et/ou modifie les ressources ou l'environnement physique à toute échelle spatiale ou temporelle donnée. Perturbations affectant la santé et la vitalité et incluant des agents biotiques comme des insectes ou des maladies, et des agents abiotiques comme le feu, la pollution et des conditions climatiques extrêmes (voir également plus bas mortalité et autres perturbations).

PERTURBATION CAUSEE PAR DES INSECTES

Perturbation causée par des parasites qui sont préjudiciables à la santé de l'arbre.

PERTURBATION CAUSEE PAR DES MALADIES

Perturbation causée par des maladies attribuables à des agents pathogènes comme des bactéries, des champignons, des phytoplasmes ou des virus.

PERTURBATION CAUSEE PAR LE FEU

Perturbation causée par des feux sauvages, qu'ils se soient déclarés à l'intérieur ou à l'extérieur de la forêt. Un feu sauvage est un feu de terres sauvages ni prévu ni contrôlé qui peut devoir être éteint, quelle que soit sa source.

PERTURBATION ENTRAÎNANT UN REMPLACEMENT DU PEUPEMENT

Perturbation majeure qui extermine ou extrait tous les arbres vivant au dessus de la végétation du sol de la forêt. Les perturbations mineures n'exterminent pas tous les arbres présents avant la perturbation.

PLANTATION DE FORETS

Peuplement forestier établi par la plantation et/ou l'ensemencement lors d'un processus de boisement ou de reboisement. Les plantations sont représentées soit par des espèces introduites (tout peuplement géré), soit par des peuplements gérés de manière intensive d'espèces indigènes, qui remplissent les critères suivants : une ou deux espèces au moment de la plantation, même classe d'âge, espacement régulier.

PLUVIEUSE (FORET)

Les régimes hygrométriques pour les zones boréales et tempérées sont définis par le rapport des précipitations annuelles moyennes (PAM) et de l'évapotranspiration potentielle (ETP) : Sèche ($PAM/ETP < 1$) et humide ($PAM/ETP > 1$) ; et pour les zones tropicales seulement par les précipitations : Sèche ($PAM < 1.000$ mm), humide ($PAM : 1\ 000-2\ 000$ mm) et pluvieuse ($PAM > 2\ 000$ mm).

POOL DE CARBONE/POOL

Un réservoir. Système capable d'accumuler ou de libérer du carbone. Exemples : biomasse forestière, produits du bois, sols et l'atmosphère. Les unités sont la masse.

RAPPORT SYSTÈME RACINAIRE/SYSTÈME FOLIACÉ

Taux de biomasse souterraine par rapport à la biomasse aérienne ; s'applique à la biomasse aérienne, à la croissance de la biomasse aérienne, à l'extraction de biomasse et peut être différent pour chacun de ces éléments.

REBOISEMENT¹⁰

Conversion directe anthropique de terres non forestières en terres forestières par la plantation, l'ensemencement et/ou la promotion anthropique de sources naturelles de graines, sur des terres précédemment forestières puis converties en terres non forestières. Pendant la première période d'engagement, les activités de reboisement se limitent au reboisement sur des terres ne portant pas de forêts au 31 décembre 1989.

¹⁰ Dans le contexte du Protocole de Kyoto, comme le stipulent les Accords de Marrakech, voir paragraphe 1 de l'Annexe au projet de décision -/CMP.1 (Affectation des terres, changements d'affectation des terres et foresterie) dans le document FCCC/CP/2001/13/Add.1, p.58.

REGENERATION NATURELLE

Rétablissement d'un peuplement forestier de manière naturelle, soit par l'ensemencement naturel soit par la régénération végétale. Peut quelquefois être appuyée par une intervention humaine, par exemple par la scarification du sol ou l'installation de barrières permettant de protéger la terre de la faune sauvage ou de la paissance d'animaux domestiques.

RESTAURATION DU COUVERT VEGETAL ¹¹

Activités humaines directes visant à accroître les stocks de carbone par la plantation d'une végétation couvrant une superficie minimale de 0,05 hectare et ne répondant pas aux définitions du boisement et du reboisement données ici.

SAISONNIERE (FORET)

Forêts semi-décidues à saison humide et sèche distinctes et précipitations annuelles entre 1 200 et 2 000 mm.

SAVANE

Les savanes sont des formations tropicales et subtropicales dont le couvert herbacé est continu voire interrompu à l'occasion par des arbres et des arbustes. On trouve les savanes en Afrique, Amérique latine, Asie et Australie.

SECHE (FORET)

Les régimes hygrométriques pour les zones boréales et tempérées sont définis par le rapport des précipitations annuelles moyennes (PAM) et de l'évapotranspiration potentielle (ETP) : Sèche ($PAM/ETP < 1$) et humide ($PAM/ETP > 1$) ; et pour les zones tropicales seulement par les précipitations : Sèche ($PAM < 1\ 000$ mm), humide ($PAM : 1\ 000-2\ 000$ mm) et pluvieuse ($PAM > 2\ 000$ mm).

SOLS ARGILEUX PEU ACTIFS (APA)

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 FAO inclut les acrisols, nitosols et ferrasols).

SOLS ORGANIQUES

Des sols sont dits organiques s'ils satisfont aux critères 1 et 2, ou 1 et 3 ci-dessous (FAO, 1998) :

- 1) Épaisseur de l'horizon organique égale ou supérieure à 10 cm. Un horizon d'épaisseur inférieure à 20 cm doit avoir 12 pour cent ou plus de carbone organique lorsqu'il est mélangé à une profondeur de 20 cm.
- 2) Si le sol n'est jamais saturé pendant plus de quelques jours, et contient plus de 20 pour cent (par poids) de carbone organique (environ 35 pour cent de matière organique).
- 3) Si le sol est saturé périodiquement et a :
 - a. Au moins 12 pour cent (par poids) de carbone organique (environ 20 pour cent de matière organique) s'il ne contient pas d'argile ; ou
 - b. Au moins 18 pour cent (par poids) de carbone organique (environ 30 pour cent de matière organique) s'il contient 60 pour cent ou plus d'argile ; ou
 - c. Une quantité intermédiaire et proportionnelle de carbone organique pour des quantités intermédiaires d'argile.

SOLS SABLONNEUX

Tous les sols (quelle que soit la classification) contenant > 70 pour cent de sable et < 8 pour cent d'argile (base sur des mesures de textures types (la nomenclature de la FAO inclut : les arénosols et les régosols sablonneux).

SOLS SPODIQUES

Sols présentant une forte podzolization (la nomenclature de la FAO inclut un grand nombre de groupes odzologiques).

¹¹ Dans le contexte du Protocole de Kyoto, comme le stipulent les Accords de Marrakech, voir paragraphe 1 de l'Annexe au projet de décision -/CMP.1 (Affectation des terres, changements d'affectation des terres et foresterie) dans le document FCCC/CP/2001/13/Add.1, p.58.

SOLS TOURBEUX (EGALEMENT HISTOSOL)

Sol typique des terres humides dont la nappe phréatique est élevée et la couche organique a une épaisseur d'au moins 40 cm (sol organique mal drainé).

STOCK DE CARBONE

Quantité de carbone dans un pool.

STOCK EN CROISSANCE

Volume sur écorce de tous les arbres vivants de plus de X cm de diamètre à hauteur de poitrine. Comprend la tige à partir du sol ou la souche jusqu'à ce qu'elle atteigne un diamètre maximum de Y cm ; peut aussi comprendre les branches d'un diamètre minimum de W cm. Les pays devront préciser les trois seuils (X, Y, W, en cm) et les parties de l'arbre qui ne sont pas incluses dans le volume. Les pays préciseront aussi si les chiffres des rapports se réfèrent au volume aérien ou au volume au dessus de la souche. Le diamètre est mesuré à 30 cm au dessus du haut des contreforts si ceux-ci mesurent plus d'un mètre. Comprend les arbres vivants arrachés par le vent, mais ne comprend pas les branches les plus petites, les brindilles, le feuillage, les fleurs, les graines et les racines.

TENEUR EN CARBONE

Quantité absolue de carbone dans un pool ou une de ses composantes.

TERRES FORESTIERES

Cette catégorie inclut toutes les terres à végétation ligneuse correspondant aux seuils utilisés dans la définition des terres forestières dans l'inventaire national des gaz à effet de serre. Elle inclut également les systèmes dont la structure végétale est actuellement inférieure aux seuils de la catégorie des terres forestières utilisés par le pays, mais qui pourrait potentiellement les dépasser.

TERRES GERÉES

Les terres gérées sont les terres subissant interventions et pratiques humaines à des fins productives, écologiques ou sociales.

VARIATIONS DES STOCKS DE CARBONE

Le stock de carbone d'un pool peut varier en fonction des gains et des pertes. Lorsque les pertes sont supérieures aux gains, le stock diminue, et le pool est donc une source ; lorsque les gains sont supérieurs aux pertes, le pool accumule le carbone, et est donc un puits.

VOLUME COMMERCIALISABLE

Le volume commercialisable est le volume sur écorce de tous les arbres définis selon les conditions décrites pour les stocks en croissance. Cette définition s'applique aux stocks en croissance comme à l'accroissement annuel net et à l'extraction de bois.

VOLUME SOUS ÉCORCE

Stock en croissance ou bois commercialisable sans l'écorce. Voir ci-dessus.

VOLUME SUR ÉCORCE

Stock en croissance ou bois commercialisable mesuré à l'extérieur, c'est-à-dire en incluant l'écorce. L'écorce ajoute 5 à 25 % du volume total, en fonction du diamètre de l'arbre et de l'épaisseur de l'écorce de l'espèce. La moyenne pondérée de pourcentage d'écorce calculée à partir des données de TBFRA 2000 est de 11 % du volume sur écorce.

Références

- Australian Greenhouse Gas Office (AGO) (2002). Greenhouse Gas Emissions from Land Use Change in Australia: An Integrated Application of the National Carbon Accounting System (2002).
- Andreae, M.O. and Merlet, P. (2001). Emission of trace gases and aerosols from biomass burning. *Global Biogeochemical Cycles* **15**: 955-966.
- Armentano, T.V. and Menges, E.S. (1986). Patterns of change in the carbon balance of organic soil-wetlands of the temperate zone. *Journal of Ecology* **74**: 755-774.

- Baker, T.R., Phillips, O.L., Malhi, Y., Almeida, S., Arroyo, L., Di Fiore, A., Erwin, T., Higuchi, N., Killeen, T.J., Laurance, S.G., Laurance, W.F., Lewis, S.L., Monteagudo, A., Neill, D.A., Vargas, P.N., Pitman, N.C.A., Silva, J.N.M. and Martínez, R.V. (2004a). Increasing biomass in Amazonian forest plots. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B* **359**: 353-365.
- Baker, T.R., Phillips, O.L., Malhi, Y., Almeida, S., Arroyo, L., Di Fiore, A., Erwin, T., Killeen, T.J., Laurance, S.G., Laurance, W.F., Lewis, S.L., Lloyd, J., Monteagudo, A., Neill, D.A., Patiño, S., Pitman, N.C.A., Silva, J.N.M. and Martínez, R.V. (2004b). Variation in wood density determines spatial patterns in Amazonian forest biomass. *Global Change Biology* **10**: 545-562.
- Barbosa, R.I. and Fearnside, P.M. (2004). Wood density of trees in open savannas of the Brazilian Amazon. *Forest Ecology and Management* **199**: 115-123.
- Battles, J.J., Armesto, J.J., Vann, D.R., Zarin, D.J., Aravena, J.C., Pérez, C. and Johnson, A.H. (2002). Vegetation composition, structure, and biomass of two unpolluted watersheds in the Cordillera de Piuchué, Chiloé Island, Chile. *Plant Ecology* **158**: 5-19.
- Beets, P.N., Gilchrist, K. and Jeffreys, M.P. (2001). Wood density of radiata pine: Effect of nitrogen supply. *Forest Ecology and Management* **145**: 173-180.
- Bhatti, J.S., Apps, M.J., and Jiang, H. (2001). Examining the carbon stocks of boreal forest ecosystems at stand and regional scales. In: Lal R. et al. (eds.) *Assessment Methods for Soil Carbon*, Lewis Publishers, Boca Raton FL, pp. 513-532.
- Cairns, M.A., Brown, S., Helmer, E.H. and Baumgardner, G.A. (1997). Root biomass allocation in the world's upland forests. *Oecologia* **111**: 1-11.
- Cannell, M.G.R. (1982). World forest biomass and primary production data. Academic Press, New York, NY.
- Centre Technique Forestier Tropical (CTFT) (1989). Memento du Forestier, 3e Édition. Ministère Français de la Coopération et du Développement, Paris, France.
- Chambers, J.Q., Tribuzy, E.S., Toledo, L.C., Crispim, B.F., Higuchi, N., dos Santos, J., Araújo, A.C., Kruijt, B., Nobre, A.D. and Trumbore, S.E. (2004). Respiration from a tropical forest ecosystem: Partitioning of sources and low carbon use efficiency. *Ecological Applications* **14**: S72-S88.
- Chambers, J.Q., dos Santos, J., Ribeiro, R.J., and Higuchi, N. (2001a). Tree damage, allometric relationships, and above-ground net primary production in a tropical forest. *Forest Ecology and Management* **152**: 73-84.
- Chambers, J.Q., Schimel, J.P. and Nobre, A.D. (2001b). Respiration from coarse wood litter in Central Amazon Forests. *Biogeochemistry* **52**: 115-131.
- Clark, D.A., Piper, S.C., Keeling, C.D. and Clark, D.B. (2003). Tropical rain forest tree growth and atmospheric carbon dynamics linked to interannual temperature variation during 1984-2000. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA* **100**: 5852-5857.
- de Groot, W.J., Bothwell, P.M., Carlsson, D.H. and Logan, K.A. (2003). Simulating the effects of future fire regimes on western Canadian boreal forests. *Journal of Vegetation Science* **14**: 355-364
- DeWalt, S.J. and Chave, J. (2004). Structure and biomass of four lowland Neotropical forests. *Biotropica* **36**: 7-19.
- Dietz, P. (1975). Dichte und Rindengehalt von Industrieholz. *Holz Roh- Werkstoff* **33**: 135-141.
- Dixon, R.K., Brown, S., Houghton, R.A., Solomon, A.M., Trexler, M.C. and Wisniewski, J. (1994). Carbon pools and flux of global forest ecosystems. *Science* **263**(1544): 185-190.
- Dong, J., Kaufmann, R.K., Myneni, R.B., Tucker, C.J., Kauppi, P.E., Liski, J., Buermann, W., Alexeyev, V. and Hughes, M.K. (2003). Remote sensing estimates of boreal and temperate forest woody biomass: Carbon pools, sources, and sinks. *Remote Sensing of Environment* **84**: 393-410.
- Dubé, S., Plamondon, A.P. and Rothwell, R.L. (1995). Watering up after clear-cutting on forested wetlands of the St. Lawrence lowland. *Water Resources Research* **31**: 1741-1750.
- Echeverria, C. and Lara, A. (2004). Growth patterns of secondary *Nothofagus obliqua*-N. alpina forests in southern Chile. *Forest Ecology and Management* **195**: 29-43.
- Ellert, B.H., Janzen, H.H. and McConkey, B.G. (2001). Measuring and comparing soil carbon storage. In: R. Lal, J.M. Kimble, R.F. Follett and B.A. Stewart (eds.). *Soil Management for Enhancing Carbon Sequestration*. CRC Press, Boca Raton, FL., pp. 593-610.

- Falloon, P. and Smith, P. (2003). Accounting for changes in soil carbon under the Kyoto Protocol: need for improved long-term data sets to reduce uncertainty in model projections. *Soil Use and Management*, **19**, 265-269.
- Fearnside, P.M. (1997). Wood density for estimating forest biomass in Brazilian Amazonia. *Forest Ecology and Management* **90**: 59-87.
- Feldpausch, T.R., Rondon, M.A., Fernandes, E.C.M. and Riha, S.J. (2004). Carbon and nutrient accumulation in secondary forests regenerating on pastures in central Amazonia. *Ecological Applications* **14**: S164-S176.
- Filipchuk, A.N., Strakhov, V.V., Borisov, B.A. *et al.* (2000). A Brief National Overview on Forestry Sector and Wood Products: Russian Federation. UN ECE, FAO. New York, Geneva. ECE/TIM/SP/18, p. 94 (In Russian).
- Fittkau, E.J. and Klinge, N.H. (1973). On biomass and trophic structure of the central Amazonian rainforest ecosystem. *Biotropica* **5**: 2-14.
- Food and Agriculture Organization (FAO) 2001. Global forest resources assessment 2000. FAO, Rome, Italy.
- Food and Agriculture Organization (FAO) 2006. Global forest resources assessment 2005. FAO, Rome, Italy.
- Gayoso, J. and Schlegel, B. (2003). Estudio de línea de base de carbono: Carbono en bosques nativos, matorrales y praderas de la Décima Región de Chile. Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.
- Gayoso, J., Guerra, J. and Alarcón, D. (2002). Contenido de carbono y funciones de biomasa en especies natives y exóticas. Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.
- Gower, S.T., Krankina, O., Olson, R.J., Apps, M., Linder, S. and Wang, C. (2001). Net primary production and carbon allocation patterns of boreal forest ecosystems. *Ecological Applications* **11**: 1395-1411.
- Hall, G.M.J. (2001). Mitigating an organization's future net carbon emissions by native forest restoration. *Ecological Applications* **11**: 1622-1633.
- Hall, G.M.J. and Hollinger, D. Y. (1997). Do the indigenous forests affect the net CO₂ emission policy of New Zealand? *New Zealand Forestry* **41**: 24-31.
- Hall, G.M.J., Wiser, S.K., Allen, R.B., Beets, P.N. and 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.
- Harmand, J.M., Njiti, C.F., Bernhard-Reversat, F. and Puig, H. (2004). Aboveground and belowground biomass, productivity and nutrient accumulation in tree improved fallows in the dry tropics of Cameroon. *Forest Ecology and Management* **188**: 249-265.
- Harmon, M.E. and 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): 863-877.
- Harmon, M.E., Franklin, J.F., Swanson, F.J., Sollins, P., Gregory, S.V., Lattin, J.D., Anderson, N.H., Cline, S.P., Aumen, N.G., Sedell, J.R., Lienkaemper, G.W., Cromack, J.R. and Cummins, K.W. (1986). Ecology of coarse woody debris in temperate ecosystems. *Advances in Ecological Research* **15**: 133-302.
- Hessl, A.E., Milesi, C., White, M.A., Peterson, D.L. and Keane, R. (2004). Ecophysiological parameters for Pacific Northwest trees. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Portland, OR.
- Hinds, H.V. and Reid, J.S. (1957). Forest trees and timbers of New Zealand. New Zealand Forest Service Bulletin 12: 1-221.
- Hughes, R.F., Kauffman, J.B. and Jaramillo, V.J. (1999). Biomass, carbon, and nutrient dynamics of secondary forests in a humid tropical region of México. *Ecology* **80**: 1892-1907.
- Hughes, R.F., Kauffman, J.B. and Jaramillo-Luque, V.J. (2000). Ecosystem-scale impacts of deforestation and land use in a humid tropical region of México. *Ecological Applications* **10**: 515-527.
- IPCC (1997). Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Inventories. Houghton J.T., Meira Filho L.G., Lim B., Tréanton K., Mamaty I., Bonduki Y., Griggs D.J. Callander B.A. (Eds). Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), IPCC/OECD/IEA, Paris, France.
- IPCC (2003). Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry. Penman J., Gytarsky M., Hiraishi T., Krug, T., Kruger D., Pipatti R., Buendia L., Miwa K., Ngara T., Tanabe K., Wagner F. (Eds). Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), IPCC/IGES, Hayama, Japan.

- Jenkins, J.C., Chojnacky, D.C., Heath, L.S. and Birdsey, R.A. (2004). Comprehensive database of diameter-based biomass regressions for North American tree species. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Newtown Square, PA.
- Jobbagy, E.G. and Jackson, R.B. (2000). The vertical distribution of soil organic carbon and its relation to climate and vegetation. *Ecological Applications* **19**(2):423-436.
- Johnson, D.W., and Curtis, P.S. (2001). Effects of forest management on soil C and N storage: meta analysis. *Forest Ecology and Management* **140**: 227-238.
- Johnson, D.W., Knoepp, J.D. and Swank, W.T. (2002). Effects of forest management on soil carbon: results of some long-term resampling studies. *Environment Pollution* **116**: 201-208.
- Knigge, W. and Schulz, H. (1966). Grundriss der Forstbenutzung. Verlag Paul Parey, Hamburg, Berlin.
- Köppen, W. (1931). Grundriss der Klimakunde. Walter deGruyter Co., Berlin, Germany.
- Kraenzel, M., Castillo, A., Moore, T. and Potvin, C. (2003). Carbon storage of harvest-age teak (*Tectona grandis*) plantations, Panama. *Forest Ecology and Management* **173**: 213-225.
- Kurz, W.A., Apps, M.J., Banfield, E. and Stinson, G. (2002). Forest carbon accounting at the operational scale. *The Forestry Chronicle* **78**: 672-679.
- Kurz, W.A. and Apps, M.J. (2006). Developing Canada's national forest carbon monitoring, accounting and reporting system to meet the reporting requirements of the Kyoto Protocol. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* **11**(1): 33-43.
- Kurz, W.A., Apps, M.J., Webb, T.M. and McNamee, P.J. (1992). The carbon budget of the Canadian forest sector: phase I. Forestry Canada, Northwest Region. Information Report NOF-X-326, 93 pp.
- Kurz, W.A., Beukema, S.J. and Apps, M.J. (1998). Carbon budget implications of the transition from natural to managed disturbance regimes in forest landscapes. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* **2**:405-421.
- Kurz, W.A., Beukema, S.J. and Apps, M.J. (1996). Estimation of root biomass and dynamics for the carbon budget model of the Canadian forest sector. *Can. J. For. Res.* **26**:1973-1979.
- Lamlom, S.H. and Savidge, R.A. (2003). A reassessment of carbon content in wood: variation within and between 41 North American species. *Biomass and Bioenergy* **25**: 381-388.
- Lasco, R.D. and Pulhin, F.B. (2003). Philippine forest ecosystems and climate change: Carbon stocks, rate of sequestration and the Kyoto Protocol. *Annals of Tropical Research* **25**: 37-51.
- Levy, P.E., Hale, S.E. and Nicoll, B.C. (2004). Biomass expansion factors and root:shoot ratios for coniferous tree species in Great Britain. *Forestry* **77**: 421-430.
- Li, C. and Apps, M.J. (2002). Fire Regimes and the Carbon Dynamics of Boreal Forest Ecosystems. In Shaw C. and Apps MJ (Eds). The role of Boreal Forests and Forestry in the Global Carbon Budget, Northern Forestry Centre Report Fo42-334/2000E, 107-118.
- Li, C., Kurz, W.A., Apps, M.J. and 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**: 126-136.
- Liski, J., Pussinen, A., Pingoud, K., Makipaa, R. and Karjalainen, T. (2001). Which rotation length is favourable to carbon sequestration? *Canadian Journal of Forest Research* **31**: 2004-2013.
- Loveland, T.R., Reed, B.C., Brown, J.F., Ohlen, D.O., Zhu, Z., Yang, L. and Merchant, J.W. (2000). Development of a global land cover characteristics database and IGBP DISCover from 1-km AVHRR data. *International Journal of Remote Sensing* **21**: 1303-1330.
- Lugo, A.E., Wang, D. and Bormann, F.H. (1990). A comparative analysis of biomass production in five tropical tree species. *Forest Ecology and Management* **31**: 153-166.
- Malhi, Y., Baker, T.R., Phillips, O.L., Almeida, S., Alvarez, E., Arroyo, L., Chave, J., Czimeczik, C.I., Di Fiore, A., Higuchi, N., Killeen, T.J., Laurance, S.G., Laurance, W.F., Lewis, S.L., Montoya, L.M.M., Monteagudo, A., Neill, D.A., Vargas, P.N., Patiño, S., Pitman, N.C.A., Quesada, C.A., Salomões, R., Silva, J.N.M., Lezama, A.T., Martínez, R.V., Terborgh, J., Vinceti, B. and Lloyd, J. (2004). The above-ground coarse wood productivity of 104 Neotropical forest plots. *Global Change Biology* **10**: 563-591.
- Matthews, G.A.R. (1993). The carbon content of trees. UK Forestry Commission, Edinburgh, UK.

- McGroddy, M.E., Daufresne, T. and Hedin, L.O. (2004). Scaling of C:N:P stoichiometry in forests worldwide: Implications of terrestrial Redfield-type ratios. *Ecology* **85**: 2390-2401.
- McKenzie, N.J., Cresswell, H.P., Ryan, P.J. and 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**: 1553-1569.
- Mokany, K., Raison, J.R. and Prokushkin, A.S. (2006). Critical analysis of root:shoot ratios in terrestrial biomes. *Global Change Biology* **12**: 84-96.
- Monte, L., Hakanson, L., Bergstrom, U., Brittain, J. and Heling, R. (1996). Uncertainty analysis and validation of environmental models: the empirically based uncertainty analysis. *Ecological Modelling* **91**:139-152.
- Montès, N., Bertaudière-Montes, V., Badri, W., Zaoui, E.H. and Gauquelin, T. (2002). Biomass and nutrient content of a semi-arid mountain ecosystem: the *Juniperus thurifera* L. woodland of Azzaden Valley (Morocco). *Forest Ecology and Management* **166**: 35-43.
- Nygård, R., Sawadogo, L. and Elfving, B. (2004). Wood-fuel yields in short-rotation coppice growth in the north Sudan savanna in Burkina Faso. *Forest Ecology and Management* **189**: 77-85.
- Ogle, S.M., Breidt, F.J., Eve, M.D. and 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* **9**:1521-1542.
- Ogle, S.M., Breidt, F.J. and Paustian, K. (2006). Bias and variance in model results associated with spatial scaling of measurements for parameterization in regional assessments. *Global Change Biology* **12**:516-523.
- Post, W.M. and Kwon, K.C. (2000). Soil carbon sequestration and land-use change: processes and potential. *Global Change Biology* **6**:317-327.
- Poupon, H. (1980). Structure et dynamique de la strate ligneuse d'une steppe Sahélienne au nord du Sénégal. Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer, Paris, France.
- Powers, J.S., Read, J.M., Denslow, J.S. and Guzman, S.M. (2004). Estimating soil carbon fluxes following land-cover change: a test of some critical assumptions for a region in Costa Rica. *Global Change Biology* **10**:170-181.
- Pregitzer, K.S. (2003). Woody plants, carbon allocation and fine roots. *New Phytologist* **158** (3): 421-424.
- Reyes, G., Brown, S., Chapman, J. and Lugo, A.E. (1992). Wood densities of tropical tree species. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, New Orleans, LA.
- Rijsdijk, J.F. and Laming, P.B. (1994). Physical and related properties of 145 timbers. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands.
- Saldarriaga, J.G., West, D.C., Tharp, M.L. and Uhl, C. (1988). Long term chronosequence of forest succession in the upper Rio Negro of Colombia and Venezuela. *Journal of Ecology* **76**: 938-958.
- 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**: 167-186.
- Sebei, H., Albouchi, A., Rapp, M. and El Aouni, M.H. (2001). Évaluation de la biomasse arborée et arbustive dans une séquence de dégradation de la suberaie à Cytise de Kroumirie (Tunisie). *Annals of Forest Science* **58**: 175-191.
- 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.
- Singh, K. and Misra, R. (1979). Structure and Functioning of Natural, Modified and Silvicultural Ecosystems in Eastern Uttar Pradesh. Banras Hindu University, Varanasi, India.
- Singh, S.S., Adhikari, B.S. and Zobel, D.B. (1994). Biomass, productivity, leaf longevity, and forest structure in the central Himalaya. *Ecological Monographs* **64**: 401-421.
- Smith, J.E. and Heath, L.S. (2001). Identifying influences on model uncertainty: an application using a forest carbon budget model. *Environmental Management* **27**:253-267.
- Smithwick, E.A.H., Harmon, M.E., Remillard, S.M., Acker, S.A. and Franklin, J.F. (2002). Potential upper bounds of carbon stores in forests of the Pacific Northwest. *Ecological Applications* **12**: 1303-1317.
- Somogyi, Z., Cienciala, E., Mäkipää, R., Muukkonen, P., Lehtonen, A. and Weiss, P. (2006). Indirect methods of large-scale forest biomass estimation. *European Journal of Forest Research*. DOI: 10.1007/s10342006-0125-7.

- Stape, J.L., Binkley, D. and Ryan, M.G. (2004). Eucalyptus production and the supply, use and efficiency of use of water, light and nitrogen across a geographic gradient in Brazil. *Forest Ecology and Management* **193**: 17-31.
- Stephens, P., Trotter, C., Barton, J., Beets, P., Goulding, C., Moore, J., Lane, P. and Payton, I. (2005). Key elements in the development of New Zealand's carbon monitoring, accounting and reporting system to meet Kyoto Protocol LULUCF good practice guidance, Poster paper presented at IUFRO World Congress, Brisbane Australia, August 2005.
- Stocks, B.J., Mason, J.A., Todd, J.B., Bosch, E.M., Wotton, B.M., Amiro, B.D., Flannigan, M.D., Hirsch, K.G., Logan, K.A., Martell, D.L., and Skinner, W.R. (2002). "Large forest fires in Canada, 1959 – 1997", *Journal of Geophysical Research*, **107**, 8149 [printed 108(D1), 2003].
- Trotter, C., Barton, J., Beets, P., Goulding, C., Lane, P., Moore, J., Payton, I., Rys, G., Stephens, P., Tate, K. and Wakelin, S. (2005). New Zealand's approach to forest inventory under the UNFCCC and Kyoto Protocol. Proceedings of the International Workshop of Forest Inventory for the Kyoto Protocol (Eds Matsumoto, M. and Kanomata, H.), pp. 33–43, published by: Division of Policy and Economics, Forestry and Forest Products Research Institute, 1 Matsunosato, Tsukuba, Ibaraki, 305-8687, Japan.
- Trotter, C.M. (1991). Remotely sensed data as an information source for Geographical Information Systems in natural resource management. *International Journal of Geographical Information Systems* **5**, No. 2, 225-240.
- Ugalde, L. and Perez, O. (2001). Mean annual volume increment of selected industrial forest plantation species. Food and Agriculture Organization, Rome, Italy.
- VandenBygaart, A.J., Gregorich, E.G., Angers, D.A., *et al.* (2004). Uncertainty analysis of soil organic carbon stockchange in Canadian cropland from 1991 to 2001. *Global Change Biology* **10**:983-994.
- Wulder, M., Kurz, W.A. and Gillis, M. (2004). National level forest monitoring and modeling in Canada, Progress in Planning, Volume 61:365-381.
- Zianis, D., Muukkonen, P., Mäkipää, R. and Mencuccini, M. (2005). Biomass and stem volume equations for tree species in Europe. *Silva Fennica*, Monographs 4. 63. p.