

# Analyse de la REDD+

## Les enjeux et les choix

Éditeur

Arild Angelsen

Coéditeurs

Maria Brockhaus  
William D. Sunderlin  
Louis V. Verchot

Assistante éditoriale  
Traduction

Therese Dokken  
Green Ink Ltd

© 2013 Center for International Forestry Research  
Tous droits réservés

Imprimé en Indonésie  
ISBN : 978-602-1504-00-0

Angelsen, A., Brockhaus, M., Sunderlin, W.D. et Verchot, L.V. (éd.). 2013. Analyse de la REDD + : Les enjeux et les choix. CIFOR, Bogor, Indonésie.

Traduction de : Angelsen, A., Brockhaus, M., Sunderlin, W.D. and Verchot, L.V. (eds) 2012  
Analysing REDD+: Challenges and choices. CIFOR, Bogor, Indonesia.

Crédits photo :

Couverture © Cyril Ruoso/Minden Pictures

Parties : 1. Habtemariam Kassa, 2. Manuel Boissière, 3. Douglas Sheil

Chapitres : 1. et 10. Yayan Indriatmoko, 2. Neil Palmer/CIAT, 3. and 12. Yves Laumonier,  
4. Brian Belcher, 5. Tony Cunningham, 6. and 16. Agung Prasetyo, 7. Michael Padmanaba,  
8. Anne M. Larson, 9. Amy Duchelle, 11. Meyrisia Lidwina, 13. Jolien Schure, 14. César Sabogal,  
15. Ryan Woo, 17. Edith Abilogo, 18. Ramadian Bachtiar

Conception : Équipe multimédia du CIFOR, Groupe des services d'information  
Traduction : Green Ink Ltd ([www.greenink.co.uk](http://www.greenink.co.uk))

CIFOR  
Jl. CIFOR, Situ Gede  
Bogor Barat 16115  
Indonésie

T +62 (251) 8622-622  
F +62 (251) 8622-100  
E [cifor@cgiar.org](mailto:cifor@cgiar.org)

[cifor.org](http://cifor.org)  
[ForestsClimateChange.org](http://ForestsClimateChange.org)

Tous les points de vue figurant dans cet ouvrage sont ceux des auteurs. Ils ne représentent pas forcément les points de vue du CIFOR, des responsables de la rédaction, des institutions respectives des auteurs, des soutiens financiers ou des relecteurs.

#### **Center for International Forestry Research**

CIFOR défend le bien-être humain, la conservation de l'environnement et l'équité en menant une recherche pour éclairer les politiques et les pratiques qui affectent les forêts dans les pays en développement. CIFOR est un centre de recherche du Consortium du CGIAR. Le siège du CIFOR est situé à Bogor, en Indonésie. CIFOR a également des bureaux en Asie, en Afrique et en Amérique du Sud.



## Facteurs d'émissions

### Conversion des changements d'affectation des terres en estimations de CO<sub>2</sub>

Louis V. Verchot, Kamalakumari Anitha, Erika Romijn, Martin Herold et Kristell Hergoualc'h

- Le manque de données précises sur les pays et les régions constitue une limite sérieuse à la conversion des estimations des superficies soumises à la déforestation et la dégradation des forêts en estimations de l'évolution des stocks de carbone pour la plupart des pays tropicaux. Ainsi, nous ne pouvons pas effectuer d'estimations exactes et précises des émissions et des quantités de carbone séquestrées dans les programmes nationaux de REDD+ et les activités de démonstration de REDD+.
- Pour ce qui est du renforcement des capacités institutionnelles des pays à mener des inventaires forestiers et effectuer d'autres mesures pour améliorer les inventaires des gaz à effet de serre dans la foresterie et les autres secteurs d'utilisations des terres, les progrès ont été lents dans la plupart des pays non visés à l'Annexe I.
- Il est possible de surmonter les contraintes susmentionnées si des investissements coordonnés et ciblés sont effectués et si des partenariats productifs sont établis entre les services techniques des pays d'accueil de la REDD+, les organismes intergouvernementaux et des instituts de recherche avancés au sein des pays développés durant la phase de préparation.

## 15.1 Introduction

L'aptitude à mesurer les performances est une condition préalable pour mettre en œuvre tout mécanisme basé sur les résultats et, dans le contexte de la REDD+, la mesure précise des réductions des émissions fait partie de ce défi (voir le chapitre 13). De nombreux groupes œuvrent à mettre au point des systèmes de mesure pour soutenir la mise en œuvre de la REDD+ dans les pays non dotés des capacités techniques qui leur permettraient d'évaluer avec précision les émissions liées à la déforestation et à la dégradation. Les pays doivent mesurer deux types de paramètres pour évaluer les émissions. L'expression « données sur les activités » fait partie du jargon utilisé dans les milieux du suivi, de la notification et de la vérification (MNV) pour décrire les données portant sur l'ampleur des activités humaines qui engendrent des émissions ou des séquestrations. Pour la REDD+, ces données se réfèrent en général aux zones occupées par les systèmes de gestion, la déforestation ou la dégradation, mais ils pourraient aussi désigner d'autres éléments, tels que les quantités d'intrants, c.-à-d. les engrais. Pour estimer les changements au niveau des stocks de carbone et les autres émissions de gaz à effet de serre découlant des utilisations des terres et des changements d'affectation des terres, y compris dans les zones forestières où la biomasse est croissante, les pays requièrent ce que l'on appelle des « facteurs d'émissions/de séquestrations » (expression que nous raccourcirons, dans un souci de simplicité, à facteurs d'émissions [FE]). Ces facteurs représentent les émissions ou les séquestrations dans tous les réservoirs de carbone concernés et de tous les gaz à effet de serre (GES) pertinents par unité d'activité. Par exemple, si une forêt moyenne perd 200 tonnes de carbone par hectare déboisé et si la déforestation durant une année donnée est de 2 000 hectares, un pays pourrait estimer ses émissions liées à la déforestation en conjuguant ces deux types de données. Les utilisations ultérieures des terres ont aussi des stocks de carbone et des émissions de GES (p. ex. oxyde d'azote émis par les engrais ou méthane émis par le bétail) et ces éléments doivent être pris en compte lors de l'estimation des effets de l'utilisation des terres et des changements d'affectation des terres ou des effets auxquels il a été renoncé (pour les émissions de référence, voir le chapitre 16).

Il y a un certain nombre d'initiatives qui comprennent l'amélioration des technologies de télédétection en vue de détecter la déforestation, le reboisement et la dégradation des forêts. Plusieurs effets se sont concentrés sur l'amélioration des systèmes pour la mesure et le suivi, aux niveaux national et international, de la déforestation et de la dégradation des forêts (Achard *et al.* 2002 ; Bucki *et al.* 2012). Ces efforts englobent des méthodes améliorées de quantification des zones déforestées, la détection des zones qui ont été dégradées et le suivi de celles qui ont été replantées, etc. Cependant, la plupart de ces approches se heurtent au problème de la conversion des estimations des superficies en valeurs d'émissions ou de

séquestrations du fait du manque de facteurs d'émissions fiables pour la grande variété d'écosystèmes concernés. Les études effectuées suggèrent que jusqu'à 60 pour cent de l'incertitude qui caractérise les estimations des émissions est causée par des connaissances insuffisantes sur les stocks de carbone dans les forêts et dans d'autres systèmes d'utilisation des terres (Houghton *et al.* 2000 ; Baccini *et al.* 2012).

Il est important d'améliorer nos connaissances sur les stocks de carbone et les flux de GES associés à l'utilisation des terres et aux changements d'affectation des terres dans le cadre de la phase de préparation de la REDD+, et ce pour plusieurs raisons. Des connaissances améliorées peuvent contribuer à un meilleur ciblage des interventions et à une mise en œuvre plus efficace. Elles amélioreront aussi les dispositifs de partage des bénéfices en veillant à ce que les activités n'aboutissent pas à de fausses notifications de réductions des émissions et contribueront à l'attribution correcte de crédits pour des réductions réelles.

Ce chapitre a pour objectif d'examiner sous un angle critique en quoi le manque de facteurs d'émissions pour les types importants de changements d'affectation des terres et pour les réservoirs de carbone clés dans les écosystèmes tropicaux entrave l'approche MNV. Nous commencerons par un bref aperçu de certains concepts importants qui sous-tendent les méthodes d'inventaire des gaz à effet de serre du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) et ses recommandations de bonnes pratiques dans ce domaine. Nous nous pencherons ensuite sur l'importance des facteurs d'émission dans ce cadre, examinerons les contraintes présentes dans les écosystèmes tropicaux et quelques progrès récents qui contribuent à la réduction de ces contraintes. Enfin, nous discuterons des rôles de différentes parties prenantes et analyserons les priorités d'investissement pour résorber les difficultés auxquels se heurte l'approche MNV.

## 15.2 Présentation de la relation entre le GIEC, la CCNUCC et la REDD+

Les principaux efforts de mise au point de méthodes pour les inventaires de GES ont été menés par le Programme du GIEC sur les inventaires nationaux de gaz à effet de serre (NGGIP), qui a publié une première série de lignes directrices relatives aux inventaires nationaux des GES en 1994. Ces lignes directrices ont été revues en 1996 (GL 1996). Elles ont fourni un cadre utile pour la compilation d'estimations nationales des émissions et des quantités séquestrées dans de nombreux secteurs et elles continuent à constituer la base des inventaires nationaux de GES. Cependant, le besoin se faisait sentir de conseils supplémentaires sur la meilleure manière de gérer les incertitudes pour que les pays puissent produire des inventaires exacts dans le sens où ils ne sont

« ni surestimés ni sous-estimés autant qu'on puisse en juger, et dans lesquels les incertitudes sont réduites autant que possible » (GIEC 2000). C'est ainsi qu'ont été élaborés deux rapports supplémentaires sur les bonnes pratiques afin d'aider les pays en vue de « ...l'établissement d'inventaires transparents, documentés, temporellement cohérents, exhaustifs, comparables, qui ont fait l'objet d'une évaluation de l'incertitude, ainsi que d'un contrôle et une assurance de la qualité, qui utilisent efficacement les ressources mises à la disposition des organismes chargés des inventaires, et dont les incertitudes diminuent avec l'émergence de données plus précises » (GIEC 2000 ; 2003). « Recommandations du GIEC en matière de bonnes pratiques et de gestion des incertitudes pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre » (GPG 2000) a été publié en 2000 et présente des lignes directrices mises à jour pour la compilation d'inventaires dans plusieurs secteurs, y compris l'agriculture (GIEC 2000). « Recommandations du GIEC en matière de bonnes pratiques pour le secteur de l'utilisation des terres, changements d'affectation des terres et foresterie » (GPG-UTCATF) a été publié en 2003 (GIEC 2003). Les rapports de « Bonnes pratiques » n'ont pas remplacé les lignes directrices du GIEC mais ils ont proposé des conseils supplémentaires ou des révisions qui étaient conformes aux lignes directrices et venaient les compléter.

En 2006, le GIEC a publié une version revue des GL1996 qui se basait sur les GPG2000 et les GPG-UTCATF. Les lignes directrices revues (GL2006) recommandent l'utilisation de méthodes d'inventaire cohérentes pour l'agriculture, la foresterie et les autres utilisations des terres afin de permettre des inventaires plus complets des émissions liées à la plupart des catégories d'utilisation des terres.

Dans une décision adoptée par la COP15 à Copenhague en 2009 (CCNUCC 2009b), la CCNUCC a demandé aux pays souhaitant participer au mécanisme de la REDD+ qu'ils « utilisent les directives et lignes directrices les plus récentes du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, telles qu'adoptées par la Conférence des Parties, le cas échéant, comme base pour estimer les émissions forestières de gaz à effet de serre d'origine anthropique par sources et les séquestrations par puits, stocks de carbone forestier et changements de surfaces forestières ». Ainsi, les GL1996 et les GPG-UTCATF constituent le cadre des efforts actuels en matière de REDD+. Cependant, les décisions prises lors de la COP17 à Durban en 2011 ont placé la CCNUCC sur la voie de l'adoption des GL2006 en vue de leur utilisation d'ici à 2015, de sorte que ces lignes directrices peuvent aussi être utilisées.

La structure de base des procédures d'inventaire s'articule autour d'une équation simple :

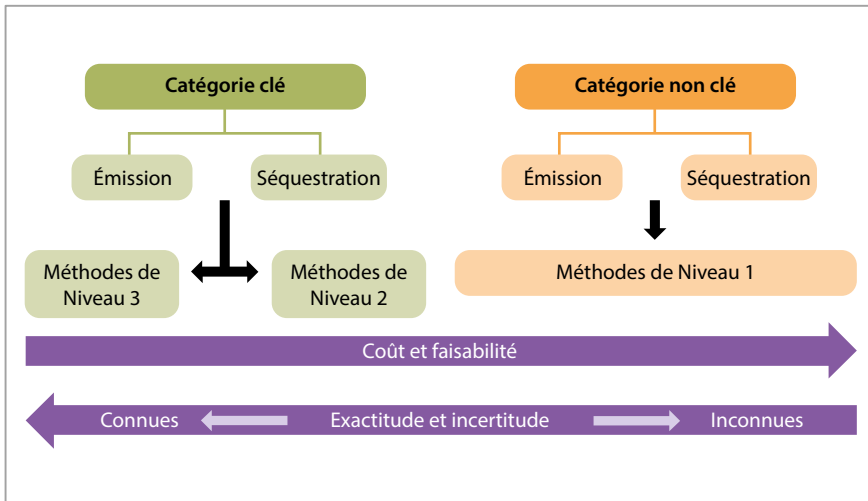
$$\text{Émission} = A \cdot FE$$

Cette équation formalise ce qui a été mentionné dans l'introduction sur les types de données requises pour élaborer une estimation des émissions. *A* représente les données sur les activités dans l'équation. Le GIEC propose trois approches possibles de l'obtention de données sur les activités, qui peuvent être adaptées aux besoins de chaque situation d'inventaire (voir le chapitre 14 ; GIEC 2006). Le *FE* de l'équation représente les facteurs d'émissions. Ces facteurs se basent souvent sur un échantillon de mesures dont on peut calculer la moyenne pour obtenir un taux représentatif des émissions pour une activité donnée associée aux changements d'utilisation des terres (p. ex. conversion des terres forestières en savannes) ou bien à des terres restant dans la même catégorie d'utilisation (p. ex. terres forestières réhabilitées).

Dans la plupart des cas, les inventaires couvrent cinq réservoirs de carbone : biomasse aérienne, biomasse souterraine, bois mort, litière et matière organique du sol. Le GIEC emploie le concept de catégories clés afin de déterminer le degré de rigueur à appliquer pour estimer les données sur l'activité et les facteurs d'émissions (GIEC 2000). Une catégorie clé de source/de puits est une activité et/ou un réservoir de carbone qui a une influence importante sur l'estimation des GES par rapport à la tendance du niveau absolu, ou à l'incertitude des émissions et de la séquestration. Une catégorie clé est prioritaire dans l'inventaire des GES. Dans la valeur agrégée, les sources et les puits non clés comptent pour moins de 10 pour cent de l'incertitude d'un inventaire ou moins de 5 pour cent du total des émissions. Des méthodes détaillées doivent être utilisées pour estimer les émissions et la séquestration pour les catégories clés. Une analyse des catégories clés est requise pour déterminer les aspects suivants :

- Les utilisations des terres et les activités de gestion qui sont significatives
- Les sous-catégories d'utilisations des terres ou de bétail qui sont significatives
- Les émissions ou séquestrations de divers réservoirs de carbone qui sont significatives
- Les gaz autres que le CO<sub>2</sub> qui sont significatifs et à quelles catégories ils appartiennent
- L'approche (voir la description des niveaux ci-dessous) qui est requise pour la notification.

Le GIEC identifie par ailleurs trois « niveaux » de notification. Les niveaux représentent la complexité méthodologique requise pour estimer les émissions et les séquestrations d'une catégorie, sur la base de son influence sur l'inventaire total d'un pays, de la disponibilité de données et des circonstances nationales. Le GIEC recommande que les personnes chargées de compiler les inventaires appliquent des méthodes de niveau 2 ou 3 aux catégories clés d'activités liées aux terres qui représentent des sources majeures d'incertitude ou d'émissions et des méthodes de niveau 1 pour les catégories non clés (figure 15.1).



**Figure 15.1 Relations entre les catégories clés et les niveaux pour la compilation des inventaires – exactitude vs compromis en termes de coûts (adapté de Maniatis et Mollicone 2010)**

Le **Niveau 1** correspond à l'approche la plus simple et est applicable aux catégories non clés, lorsque l'on ne dispose pas de facteurs d'émissions précis pour les pays ou les régions. Les personnes chargées de compiler les inventaires devraient utiliser des données sur les activités précises pour un pays ou une région mais elles peuvent avoir recours à des valeurs mondiales par défaut dont le degré d'incertitude est inconnu pour les facteurs d'émissions. Les méthodes de niveau 1 permettent aux chargés de la compilation de produire un inventaire complet et d'éviter d'investir dans la collecte de données pour des catégories d'activités qui ne représentent qu'une petite part du total des émissions ou des séquestrations ou qui ne constituent qu'un faible pourcentage de l'incertitude. L'estimation des incertitudes par catégorie de source au niveau 1 se fait au moyen d'équations de propagation des erreurs statistiques.

Les méthodes de **Niveau 2** suivent un cadre analogue au Niveau 1 quant à l'utilisation des données d'activité propres au pays ou à la région. En revanche, les émissions et les séquestrations sont estimées à l'aide de facteurs d'émissions propres au pays ou à la région. Une résolution temporelle et spatiale plus élevée et des données sur les activités plus désagrégées sont généralement utilisées dans les méthodes de Niveau 2, en association avec des facteurs d'émissions précis pour les sous-régions climatologiques ou géologiques appropriées et les utilisations de terres ou catégories de bétail spécialisées.

Les méthodes de **Niveau 3** requièrent des données explicites et à haute résolution sur la dynamique du couvert des terres. Le Niveau 3 a recours à



des méthodes d'ordre supérieur, y compris des modèles et des systèmes de mesure pour les inventaires, qui sont répétés au fil du temps. Les superficies où un changement d'affectation des terres se produit peuvent généralement être suivies au fil du temps, tout au moins statistiquement. La plupart des modèles englobent une variation liée au climat dans des aspects comme la croissance, la sénescence et la mortalité, et permettent donc de faire des estimations avec une variabilité annuelle. Les modèles doivent subir des contrôles de qualité et être validés. Le Niveau 3 donne lieu à des produits de qualité en termes de précision et d'exactitude car le biais est réduit et la complexité du système est bien représentée. Les principales contraintes qui entravent la mise en œuvre des méthodes de Niveau 3 sont le coût et l'effort requis dans la production d'ensembles de données de qualité et de mesures propres aux sites.

### 15.3 Méthodes du GIEC pour l'élaboration des FE

Le GIEC a deux approches pour élaborer des facteurs d'émissions pour les équations des inventaires. L'évolution des stocks de carbone dans n'importe quel réservoir peut être estimée à l'aide d'une approche appelée la méthode de gains et pertes, qui peut être appliquée à tous les gains ou pertes de carbone (GIEC 2006). Les gains sont attribués soit à la croissance soit aux transferts de carbone venant d'un autre réservoir (p. ex. le carbone provenant d'un réservoir de carbone de biomasse aérienne à un réservoir de matière organique morte du fait de la récolte). Les pertes sont attribuées aux transferts de carbone d'un réservoir à un autre ou à des émissions liées à la décomposition, la récolte, le brûlage, etc. Dans ce système, il est important de tenir compte des transferts, car tout transfert d'un réservoir à un autre est une perte du réservoir d'origine et un gain égal pour le réservoir destinataire. Ainsi, les séquestrations de CO<sub>2</sub> sont des transferts de l'atmosphère à un réservoir de carbone (en général la biomasse) ; les émissions de CO<sub>2</sub> sont des transferts d'un réservoir de carbone à l'atmosphère.

La deuxième approche est appelée la méthode de différence des stocks et elle est appliquée là où les stocks de carbone dans les réservoirs pertinents sont mesurés à deux moments précis pour évaluer leur évolution. En général, l'évolution des stocks de carbone est estimée par hectare et la valeur est ensuite multipliée par la surface totale de chaque strate (données sur les activités) afin d'obtenir l'estimation du total des changements au niveau des stocks pour le réservoir. À l'occasion, les données sur les activités peuvent prendre la forme de totaux par pays (p. ex. m<sup>3</sup> de bois récolté), auquel cas les estimations de l'évolution du stock pour le réservoir de la biomasse aérienne sont calculées directement à partir des données relatives aux activités, après avoir appliqué des facteurs appropriés pour les convertir en unités de masse de carbone. Lorsque l'on utilise la méthode de différence des stocks pour une certaine catégorie d'utilisation des terres, il est important de veiller à ce que la surface de terres dans cette catégorie aux moments  $t_1$  et  $t_2$  soit identique pour éviter

de confondre les estimations de l'évolution des stocks et les changements de superficie. Le tableau 15.1 présente des exemples de la manière dont les facteurs par défaut du niveau 1 peuvent être calculés en utilisant les valeurs par défaut du GIEC pour la biomasse aérienne.

La méthode des gains et des pertes se prête aux approches de modélisation écologique en utilisant des coefficients de stocks et de flux dérivés de recherches empiriques. Cette approche réduira davantage la variabilité interannuelle que la méthode de différence des stocks. Les deux méthodes sont valables et devraient donner des résultats comparables au fil du temps, mais chacune est plus appropriée pour certains réservoirs. Par exemple, une approche de différence des stocks basée sur des inventaires forestiers est la manière la plus pratique d'estimer l'évolution du carbone de la biomasse aérienne (Brown 2002 ; Qureshi *et al.* 2012). Pour les autres réservoirs, par exemple, le réservoir de carbone du sol et de la matière organique des tourbières (voir l'encadré 15.1), la méthode des gains et des pertes est plus appropriée. La figure 15.2 résume les étapes de la création de facteurs d'émissions en utilisant les deux méthodes. Pour appliquer l'une et l'autre approche, il est nécessaire de mettre au point, en premier lieu, une stratification fiable du paysage et de déterminer quels sont les activités et réservoirs qui nécessitent une comptabilisation de plus haut niveau et ceux qui peuvent être traités à l'aide de méthodes de Niveau 1. Les données doivent être recueillies et compilées de manière à fournir une estimation représentative de l'écosystème et du système de gestion en question.

## 15.4 La situation actuelle des FE et les possibilités d'amélioration

### 15.4.1 Capacité de MNV et FE

Dans le cadre de l'Étude comparative mondiale (GCS) du CIFOR sur la REDD+ (voir l'Annexe), nous avons effectué une analyse de la capacité de MNV dans 99 pays tropicaux non visés à l'Annexe I. L'étude a attribué une note à chaque pays en fonction de plusieurs types de capacités (p. ex. télédétection, inventaire des forêts, évaluation des stocks de carbone forestier) et de la motivation au niveau national (p. ex. caractère complet des rapports nationaux, participation aux négociations techniques sur la REDD+ au titre de la CCNUCC). L'étude a ensuite noté les défis pour la REDD+ (p. ex. incidence de feux, présence de tourbières, fortes densités de carbone) et les défis pour la télédétection (p. ex. couverture nuageuse en altitude, terrain montagneux) dans les pays. Les lacunes ont ensuite été calculées en utilisant la différence entre les notes attribuées pour les défis et pour les capacités, et les pays ont été regroupés en catégories sur la base de leurs notes.

L'analyse a montré que la plupart des pays n'ont pas les capacités nécessaires pour mettre en œuvre un système national de suivi complet et précis pour

**Tableau 15.1 Exemples de facteurs d'émissions de Niveau 1 pour la biomasse (aérienne et souterraine) associés à la conversion de forêts en savannes en Afrique, calculés grâce à la méthode de différence des stocks et en utilisant des valeurs par défaut pour les réservoirs de carbone (GIEC 2006)**

	Forêts			Savannes/pâturage				
	Biomasse aérienne*	Biomasse souterraine†	Densité en C‡	Stocks de carbone dans le réservoir de la biomasse	Total de la biomasse aérienne et souterraine§	Densité en C	Stocks de carbone dans le réservoir de la biomasse	Facteur d'émissions pour la biomasse¶
	Mg m.s. ha <sup>-1</sup>		Mg C Mg m.s. <sup>-1</sup>	Mg ha <sup>-1</sup>	Mg m.s. ha <sup>-1</sup>	Mg C Mg m.s. <sup>-1</sup>	Mg ha <sup>-1</sup>	Mg ha <sup>-1</sup>
Forêt tropicale ombrophile	310	115	0,46	195	16	0,47	8	188
Forêt tropicale humide décidue	260	52	0,46	144	16	0,47	8	136
Forêt tropicale sèche	120	34	0,46	71	9	0,47	4	67
Formations arbustives tropicales	70	28	0,46	45	9	0,47	4	41

NB: 1 Mg = 1 tonne, m.s. = matière sèche.

\* Valeurs pour les forêts africaines tirées du tableau 4.7 des GL2006

† Basé sur le rapport entre la biomasse souterraine et la biomasse aérienne tiré du tableau 4.4 des GL2006

‡ Densités en C tirées du tableau 4.3 des GL2006

§ Valeurs pour les savannes tirées du tableau 6.4 des GL2006

¶ Différence entre les stocks totaux de C dans la biomasse aérienne et souterraine de chaque système

### **Encadré 15.1 Utiliser la méthode des gains et pertes pour faciliter l'estimation des facteurs d'émissions dans les tourbières tropicales**

L'Indonésie est l'un des plus grands émetteurs de GES du monde, et quelque 80 pour cent des émissions nationales sont liées à l'utilisation et aux changements d'affectation des terres. Dans les îles de l'Asie du Sud-Est, les taux de déforestation dans les forêts de marais tourbeux sont deux fois plus élevés que dans tout autre type de forêt (Miettinen *et al.* 2011). C'est pourquoi il est crucial de quantifier les émissions de GES liées aux changements d'affectation des terres dans les tourbières. Une préoccupation d'envergure est l'estimation de la perte de carbone de la tourbe. D'après les estimations récentes, la perte de carbone associée à la conversion des forêts de marais tourbeux en plantations de palmier à huile représente plus de 63 pour cent des pertes totales. Les pertes liées à la biomasse s'élèvent à 158 Mg C ha<sup>-1</sup>, tandis que celles liées à la tourbe atteignent 270 Mg C ha<sup>-1</sup> sur 25 ans, ce qui est la période de rotation d'une plantation de palmier à huile (Hergoualc'h et Verchot 2011).

Les pertes provenant des tourbières peuvent être évaluées en mesurant soit l'évolution des stocks de carbone (la méthode de différence des stocks) soit l'évolution des flux de carbone (la méthode des gains et pertes). Pour évaluer avec précision l'évolution du stock de carbone contenu dans les sols après un changement d'affectation des terres, il faut procéder à des mesures du stock de carbone sur toute la profondeur du profil de la tourbière, car les changements se produisent à des profondeurs supérieures dans les sols asséchés ; les pertes ne se limitent pas aux 30 cm supérieurs, comme dans le cas des sols minéraux. De fait, les activités physiques et chimiques combinées, associées au drainage, au tassement de la tourbe et aux feux font qu'il est difficile de déterminer les strates du sol qui devraient être comparées avant et après le changement d'affectation des terres. Néanmoins, il est évident que l'étude des seules strates superficielles des sols de tourbière ne constitue pas une approche valide des études comparatives de l'évolution des stocks de carbone dans les tourbières associée au changement d'affectation des terres. De plus, la plupart des formations de tourbières en Asie du Sud-Est ont la forme d'un dôme, de sorte que la sélection d'emplacements représentatifs et cohérents au sein du dôme avant et après le changement d'affectation des terres est nécessaire pour éviter des estimations erronées des émissions ou des séquestrations. Il est tout particulièrement difficile de mettre au point un programme d'échantillonnage adéquat, étant donné le manque de cartes situant l'emplacement des tourbières bombées dans de nombreux paysages, l'accessibilité limitée (les tourbières intactes sont souvent isolées et difficiles d'accès) et les contraintes sur le plan des autorisations.

Étant donné les problèmes précités, une meilleure approche de l'évaluation de la perte de carbone des tourbières après un changement d'affectation des terres est la méthode des gains et pertes. Cette approche

nécessite des connaissances sur les principaux apports en carbone (chute de litière et mortalité des racines) et les principaux extrants (taux de respiration hétérotrophique des sols, pertes associées aux feux, méthanogénèse, lixiviation, ruissellement et érosion). Ces flux sont plus faciles à estimer avec précision et sans biais que les changements des stocks. La respiration des sols peut être un indicateur utile de la perte de carbone des tourbières. Cependant, l'élément hétérotrophique doit être estimé et les pertes doivent être comparées aux gains afin d'évaluer la quantité de carbone que la tourbière perd ou séquestre. L'équilibre entre les gains et les pertes avant et après un changement d'affectation des terres doit être comparé afin d'évaluer les émissions et les séquestrations associées au changement d'affectation des terres.

mesurer les performances de la mise en œuvre de la REDD+ conformément aux lignes directrices du GIEC, comme cela sera requis dans la Phase III lorsque les paiements se baseront sur des réductions des émissions quantifiées (Romijn *et al.* 2012). Quarante-neuf pays avaient de très grandes lacunes en matière de capacités, tandis que seulement quatre d'entre eux avaient des manques de capacités très minimes. Ces derniers présentaient d'ores et déjà de bonnes, voire très bonnes, capacités de mesure de l'évolution des superficies forestières et de réalisation d'un inventaire national des forêts portant sur l'augmentation des stocks et de la biomasse forestière. Dans les pays présentant de très importantes lacunes en matière de capacités, les problèmes venaient de la faible participation au processus de REDD+ de la CCNUCC, du manque d'expérience dans l'application des lignes directrices du GIEC et du manque d'accès aux données appropriées pour les inventaires de Niveau 2 (Hardcastle *et al.* 2008 ; Herold 2009). L'étude a documenté les lieux où la capacité est inadéquate sur les plans technique, politique et institutionnel pour permettre une estimation complète et précise de l'évolution des surfaces forestières et des changements associés des stocks de carbone et a montré que le mécanisme de la REDD+ crée des exigences qui dépassent l'expérience de nombreux services techniques nationaux.

Ces lacunes en matière de capacités sont aussi ressorties de manière flagrante lors de deux récentes Évaluations des ressources forestières mondiales (FRA) (FAO 2006 ; 2010) menées par l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO 2007 ; Mollicone *et al.* 2007). Marklund et Schoene (2006) ont analysé les documents de pays présentés en vue de la FRA 2005 et ont constaté que la qualité et la fiabilité des données étaient extrêmement variables. Il manque à la plupart des pays de bonnes données relatives aux inventaires des forêts et ces pays dépendent de facteurs de conversion et de valeurs par défaut pour estimer les stocks de carbone. Sur les pays qui ont des données relatives aux inventaires, la plupart ont des mesures

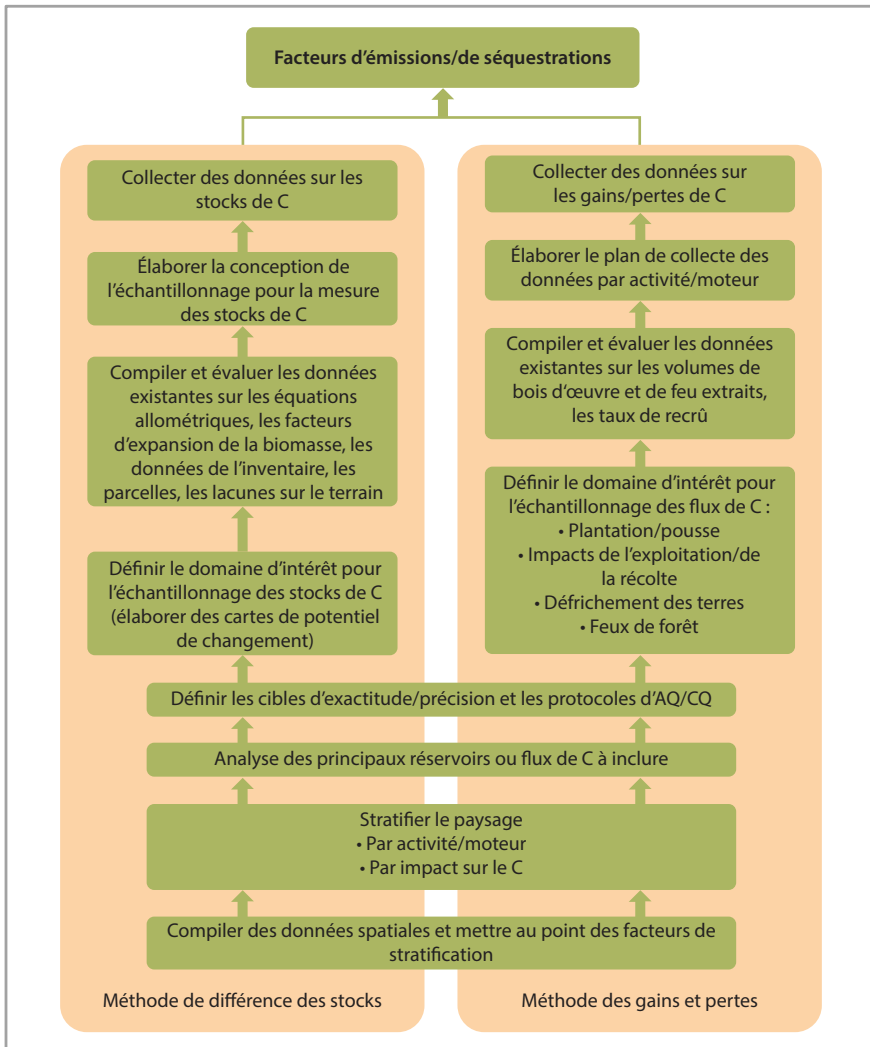


Figure 15.2 Étapes de l'estimation des facteurs d'émissions (adapté du Meridian Institute 2011a)

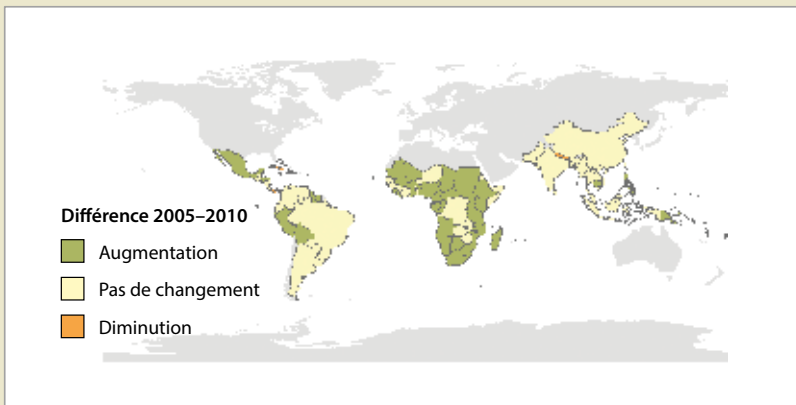
à une seule date. Sur les 229 pays et territoires qui ont transmis des rapports pour la FRA 2005, seuls 143 ont fourni des informations sur le carbone présent dans le réservoir de la biomasse et seuls 50 ont soumis des données sur le carbone présent dans les réservoirs de la litière et des sols. Trente-quatre pays n'ont fourni aucune donnée sur les stocks de carbone. On a observé de petites améliorations dans la FRA de 2010 (voir l'encadré 15.2).

Lors d'une autre étude GCS, le CIFOR a mené une enquête sur 17 sites de démonstrations de la REDD+ en Amérique latine (7), en Afrique (7) et en Asie du Sud-Est (3). Cinquante-trois pour cent des projets se sont révélés utiliser des équations allométriques propres au site ou au pays pour

## Encadré 15.2 Données indiquant des progrès entre FRA 2005 et FRA 2010

Entre les périodes de présentation de rapports de 2005 et de 2010 pour l'Évaluation des ressources forestières mondiales (FRA) de la FAO, on a observé quelques modestes améliorations sur le plan de la capacité de suivi. La figure 15.3 illustre les changements au niveau des capacités à établir des rapports sur le carbone dans différents réservoirs. La plupart des améliorations se sont produites dans les pays africains, où la capacité globale de suivi n'était pas bien développée en 2005. Les progrès constatés sont généralement associés au fait que ces pays ont présenté des rapports sur deux réservoirs de carbone en 2010 (biomasse aérienne et sol) au lieu d'un seul (biomasse aérienne). Cependant, ils établissent encore leurs rapports au Niveau 1, en utilisant les valeurs par défaut du GIEC. La capacité de télédétection et l'utilisation de données de séries temporelles pour suivre les changements des superficies forestières n'ont guère augmenté entre 2005 et 2010. La capacité d'inventaire forestier ne s'est guère améliorée non plus durant cette période. Une baisse de la capacité de suivi peut être observée dans quelques pays, dans certains cas du fait d'une situation politique interne problématique.

Le manque apparent d'améliorations considérables sur le plan de la capacité de suivi entre la présentation de rapports pour la FRA 2005 et la FRA 2010 suggère que les efforts menés au titre de la REDD+ en vue de renforcer les capacités n'ont jusqu'ici pas eu un impact considérable sur l'établissement de rapports à l'échelle nationale. La communauté internationale doit engager des ressources humaines et financières accrues pour combler les lacunes en matière de capacités afin de remédier à cette situation.



**Figure 15.3** Changement de capacités pour 99 pays tropicaux non visés à l'Annexe I sur la base de la différence entre les rapports présentés pour la FRA 2005 et la FRA 2010 de la FAO sur les cinq réservoirs de carbone forestier

Source: Romijn *et al.* (2012)

évaluer la biomasse aérienne, comme l'exigerait une approche de Niveau 2. Quarante-sept pour cent des projets utilisent des équations généralisées pour l'ensemble des régions tropicales. Les autres réservoirs de carbone sont en général moins importants dans ces projets, mais peuvent tout de même représenter une part considérable des émissions nettes. Il n'est pas étonnant que la capacité à inventorier ces réservoirs soit encore plus faible. Seulement 24 pour cent des équipes des projets connaissaient les méthodes d'estimation de la biomasse souterraine. Dans le cas de la mesure du carbone du bois mort, 41 pour cent des équipes connaissaient les méthodes. Pour les réservoirs de carbone dans la litière et le sol, la plupart des personnes interrogées prévoient soit d'utiliser les valeurs établies par le GIEC, soit d'ignorer ces réservoirs. La plupart des projets étudiés n'avaient pas suffisamment d'informations pour effectuer l'estimation du carbone dans différents réservoirs, à une exception près : un projet au Brésil qui utilisait des équations allométriques propres au site pour estimer les coefficients de la biomasse aérienne (Higuchi *et al.* 1982 ; Silva 2007), de la biomasse souterraine et du bois mort (Silva 2007). La litière était estimée à l'aide des valeurs par défaut du Niveau 1. Le projet ne fera pas l'inventaire du réservoir de carbone du sol.

Enfin, la mise au point de méthodes de MNV pour les projets de REDD+ se concentre principalement sur la télédétection et les inventaires sur le terrain menés par des forestiers professionnels (GOF-C-GOLD 2010). Ils sont coûteux et pourraient avoir une efficacité limitée pour suivre l'évolution réelle sur le terrain à l'échelle nécessaire pour éclairer la mise en œuvre des projets. Il y a une expérience croissante de l'approche MNV communautaire (voir l'encadré 15.3) pour remédier au manque de participation des personnes qui vivent sur des terres sur lesquelles des programmes de REDD+ sont mis en œuvre ou qui sont tributaires de ces terres. Des approches pratiques sont en cours d'élaboration et d'essai pour faire intervenir efficacement les populations locales dans le suivi (Skutsch 2010).

## 15.4.2 FE pour les réservoirs de carbone de la biomasse

Pour mettre en œuvre les méthodes de différence des stocks ou de gains et pertes, les personnes chargées de compiler les inventaires ont besoin de données sur les écosystèmes forestiers et non forestiers afin de pouvoir produire des facteurs d'émissions pour les changements nets associés aux utilisations de terres ou aux changements d'affectation des terres. Dans le cas des écosystèmes de terres agricoles et de savannes, qui n'ont guère ou pas du tout de végétation boisée, l'estimation de la biomasse n'est pas difficile sur le plan technique. La plupart des études agronomiques effectuées par des universités agricoles et des institutions de recherches du monde entier mesurent la productivité totale, pas seulement la récolte. Ainsi, l'élaboration de valeurs de la biomasse par défaut pour la plupart des systèmes agricoles nécessitera une recherche documentaire, bien que ceci puisse se révéler compliqué dans de nombreux pays non visés à l'Annexe I par le fait que ces données se trouvent souvent



### **Encadré 15.3 Du niveau mondial au niveau local en matière de MNV de la REDD+ : relier les approches des communautés et celles des pouvoirs publics**

Finn Danielsen, Neil D. Burgess et Martin Enghoff

Ces dernières années, un certain nombre de manuels ont été mis au point pour orienter la collecte de données à l'échelle locale sur la biomasse forestière (Verplanke et Zahabu 2009 ; Subedi *et al.* 2010 ; An *et al.* 2011 ; Programme ONU-REDD 2011b ; Walker *et al.* 2011). Ces études ont montré que l'on peut compter sur les populations locales pour recueillir des données sur la biomasse aérienne et l'utilisation des forêts, et que ces populations peuvent satisfaire aux exigences de niveaux de notification supérieurs du GIEC (Danielsen *et al.* 2011).

La participation de la communauté au système de MNV de la REDD+ est tout particulièrement utile dans les zones forestières qui sont soumises à une forme ou une autre de régime communautaire, où les droits sur les ressources sont reconnus par les pouvoirs publics et où il existe un intérêt au niveau local concernant la gestion de la superficie forestière. Le fait de faire participer les communautés contribue à relier la mise en œuvre de la REDD+ au niveau national à la prise de décisions et à la gestion forestière au plan local (Danielsen *et al.* 2010). De plus, il réduit le risque que la REDD+ nuise au régime foncier local. Il aide aussi à promouvoir la transparence et la reddition de comptes des initiatives de REDD+ et contribue à une gouvernance équitable et au partage des bénéfices.

Une question se pose : comment réussir l'intégration du suivi communautaire de l'efficacité de la REDD+ et du suivi entrepris par les institutions nationales chargées de la mise en œuvre de la REDD+ ? Dans le passé, la plupart des initiatives de suivi communautaire des forêts ont été localisées (Fry 2011). Il n'y a pas d'exemples de programmes communautaires ayant été transposés au niveau national.

Pour relier efficacement le suivi communautaire et le suivi par l'État de la REDD+, le suivi communautaire doit être ancré dans un programme qui alimente en données les initiatives nationales de MNV. Le programme national de REDD+ devrait par ailleurs veiller à ce que les communautés soient rémunérées pour leur travail. La participation des communautés au système de MNV de la REDD+ doit être soutenue par des politiques nationales pour veiller à ce que des fonds en quantité suffisante soient mis de côté pour la mise au point de l'élément de suivi communautaire dans le programme national de REDD+.

Dans la plupart des pays, les organisations communautaires ont déjà une expérience en matière de suivi communautaire des forêts. Ces

Voir page suivante

### Encadré 15.3 suite

organisations, ou d'autres institutions qui représentant les communautés, devraient être encouragées à assumer un rôle central dans la conception, le développement et le pilotage de l'élément de suivi par la communauté du programme national de REDD+. Il est recommandé de commencer à petite échelle, de déterminer ce qui fonctionne puis d'élargir le travail à mesure que les expériences s'accumulent (Herold et Skutsch 2011).

Au niveau national, il est nécessaire d'avoir un standard minimum pour le suivi des forêts par les communautés pour que tous les sites du pays utilisent la même approche. Ce standard devrait préciser le format des données brutes (mesures du diamètre des arbres, densité du bois) et des informations connexes auxiliaires (lieu, date). Les autres exigences éventuelles concernant les données sur l'état des ressources forestières et l'évolution de la gouvernance forestière devraient aussi être précisées. Le standard devrait décrire comment et quand les données devraient être transmises au gouvernement par les organisations communautaires. Il devrait également prescrire la manière de recueillir, vérifier, contrôler, traiter et analyser les données (Pratihast et Herold 2011). Un contrôle de la qualité suppose la comparaison de contrôles ponctuels aléatoires avec les jeux de données provenant d'autres sources. Le programme national de REDD+ devrait informer les organisations communautaires et les communautés des signes de déplacement des émissions de carbone liées à la perte et à la dégradation des forêts dans les zones forestières voisines.

Il est important de donner aux agents des pouvoirs publics le temps de présenter un retour d'information aux communautés, en termes de questions sur leurs données, et de les aider à résoudre tout problème lié à la gestion des terres qui pourrait se présenter. Il sera nécessaire que le personnel national de la REDD+ rende régulièrement visite aux communautés. Dans la mesure du possible, il serait utile de faire intervenir des fonctionnaires possédant une expérience en matière de techniques d'évaluation rurale participative et d'organisation de dialogues avec les membres des communautés.

dans des documents non publiés et peuvent se révéler difficiles à obtenir au niveau international. La biomasse et la productivité sont aussi mesurées pour les systèmes de pâturages gérés et, dans de nombreux cas, pour les savannes autochtones. Pour les réservoirs de carbone de la biomasse, le défi technique consiste à estimer la biomasse de la végétation boisée.

L'une des principales limites de l'amélioration des facteurs d'émissions est le manque d'équations appropriées de biomasse pour convertir les mesures recueillies à l'échelle des parcelles dans le cadre d'un inventaire forestier traditionnel en estimations de biomasse, puis en chiffres relatifs au carbone (GIEC 2006). Les équations les plus communes de la biomasse – les équations

allométriques – utilisent les dimensions des arbres faciles à mesurer, comme le diamètre et la hauteur, pour estimer la biomasse. Un examen de 850 équations allométriques dans des pays d'Afrique subsaharienne a révélé que moins de 1 pour cent des essences arborées de la région ont des modèles propres au pays et moins de 2 pour cent des équations représentent la biomasse des racines (Henry *et al.* 2011). De plus, sept essences arborées comptaient pour 20 pour cent des équations disponibles (toutes les équations sont disponibles sur la base de données en libre accès de Carboafrika : [www.carboafrika.net](http://www.carboafrika.net)). Ainsi, pour de nombreuses espèces, nous devons nous baser sur des équations qui ne sont pas propres aux essences échantillonnées et qui n'ont pas été validées. L'examen a également mis en doute la qualité des équations disponibles, puisque la plupart d'entre elles donnaient des valeurs qui ne se situaient presque jamais dans les fourchettes escomptées. Les auteurs ont conclu qu'aucun pays d'Afrique subsaharienne ne possédait suffisamment de modèles de biomasse appropriés sur le plan national pouvant servir à évaluer les stocks de carbone et leur variation au titre des approches de Niveau 2 ou 3 du GIEC. Par exemple, le Cameroun compte environ 600 essences arborées forestières, dont 20 qui ont des modèles allométriques spécifiques. Des modèles généralisés ou basés sur des moyennes doivent être utilisés pour les autres essences et leurs biais sont inconnus.

L'approche la plus commune pour mener l'inventaire de forêts tropicales très diverses consiste à utiliser des équations générales, qui se basent sur des mesures d'une variété d'essences arborées de différents écosystèmes dans l'ensemble des régions tropicales. Un simple argument géométrique suggère que la biomasse aérienne totale d'un arbre devrait être proportionnelle au produit de la surface terrière du tronc et de la hauteur totale de l'arbre, ce qui donne une estimation du volume. Ce volume, multiplié par la gravité spécifique, permet d'estimer la masse volumique (Chave *et al.* 2005). Il existe plusieurs équations pantropicales qui sont utilisées par de nombreuses entités (Brown *et al.* 1989 ; Brown et Lugo 1992 ; Brown *et al.* 1997 ; Fearnside 1997 ; Chave *et al.* 2005). Cependant, la fiabilité des estimations livrées par ces modèles ne peut être déterminée que s'ils sont validés à l'aide de données relatives à la biomasse arborée obtenues directement d'expériences supposant l'abattage destructif, lequel est rarement mis en œuvre (Crow 1978 ; Cunia 1987 ; Brown *et al.* 1989 ; Chave *et al.* 2001 ; Houghton *et al.* 2001). Ketterings *et al.* (2001) ont proposé une méthode d'échantillonnage non destructif pour « harmoniser » les équations de biomasse à un site en ayant recours à la relation entre la gravité spécifique, le diamètre ou la surface terrière et la hauteur. Cette approche est prometteuse mais elle doit faire l'objet de beaucoup plus de travail avant qu'elle ne puisse devenir un outil utile pour l'inventaire. Récemment, Picard *et al.* (2012) ont proposé une approche d'établissement de moyennes s'apparentant au modèle bayésien pour combiner différents modèles de biomasse et améliorer les estimations allométriques de la biomasse. Cette approche convient lorsqu'il y a plusieurs modèles disponibles pour une zone et qu'on ne peut pas *a priori* juger du meilleur modèle à utiliser.

Nous concluons la discussion sur la biomasse aérienne par une dernière remarque sur la nature allométrique de ces équations. Dans la plupart des écosystèmes, il est relativement facile de mesurer les diamètres des arbres. Les forestiers emploient une mesure standard du diamètre à hauteur de poitrine, qui est à au moins 1,3 m au-dessus de la surface du sol. Il y a une variété de recommandations pour mesurer les arbres irréguliers (p. ex. arbres fourchus, arbres à contreforts, etc.) ou les arbres situés sur des pentes, mais elles ne s'inscrivent pas dans la portée de ce chapitre. Dans les forêts tropicales denses, il est difficile de mesurer avec précision la hauteur des arbres. Bien que la hauteur accroisse généralement la précision des équations de biomasse, la plupart des équations dans les situations de forêt tropicale humide renoncent à cette mesure et se basent exclusivement sur le diamètre ou sur le diamètre et la densité du bois. Dans l'enquête sur les équations de biomasse africaines mentionnée ci-dessus, seulement 15 pour cent utilisaient la hauteur (Henry *et al.* 2011).

Comme on l'a mentionné plus haut, la biomasse souterraine n'est pas bien représentée dans les équations allométriques. La plupart des approches des inventaires ont recours à la méthode de différence des stocks, dans le cadre de laquelle la biomasse souterraine est estimée au moyen de ce que l'on appelle les rapports racine/tige, qui utilisent la relation entre la biomasse souterraine et la biomasse aérienne (GIEC 2003 ; 2006). Une enquête menée parmi un petit nombre de projets de démonstration de REDD+ a indiqué que ni les équations allométriques ni les données sur le rapport racine/tige ne suffisaient à estimer le carbone à tous les niveaux : local, régional et national. Sauf quelques rares exceptions, la plupart des projets étudiés prévoient d'utiliser les équations générales figurant dans Cairns *et al.* (1997) et dans Mokany *et al.* (2006). Certains projets prévoient d'utiliser les valeurs par défaut du Niveau 1 du GIEC.

Mokany *et al.* (2006) ont examiné un grand nombre de valeurs de rapports racine/tige publiés et ont suggéré que la qualité constitue aussi un problème pour cette mesure. Il est difficile d'excaver les systèmes racinaires et ce travail doit être entrepris par des personnes qualifiées ; parfois même les scientifiques ne le font pas correctement. Sur un total de 786 valeurs racine/tige recueillies, 63 pour cent ont dû être éliminées, soit parce qu'elles n'étaient pas vérifiables, soit parce que les méthodes utilisées pour les générer étaient inadéquates. Parmi les valeurs conservées, seulement 20 provenaient d'écosystèmes forestiers tropicaux. D'autres systèmes tropicaux ont été tout aussi mal échantillonnés. Malgré cette limite sérieuse, les auteurs ont validé plusieurs relations qui étaient connues à partir d'études écologiques de plus petite échelle et ont constaté que la variation des rapports racine/tige présentait une certaine prévisibilité et qu'ils pouvaient se révéler utiles pour les inventaires en attendant que d'autres données aient été recueillies. Par exemple, le rapport racine/tige diminue à mesure que les précipitations augmentent dans les écosystèmes forestiers et boisés, bien que cette relation présente une grande variation. Dans tous

les écosystèmes, le rapport racine/tige diminue également à mesure que la biomasse de la tige augmente. Bien que ce comportement soit attendu pour des raisons mathématiques, il peut être utilisé pour établir des priorités en matière de collecte des données.

### 15.4.3 FE pour d'autres réservoirs de carbone et flux de GES

Des approches ont été mises au point pour inventorier les changements survenus dans d'autres réservoirs de carbone. Cependant, les données pour les inventaires locaux, régionaux et nationaux sont le plus souvent insuffisantes. Palace *et al.* (2012) ont examiné un total de 49 études sur le bois mort dans les forêts tropicales. Nombre de ces études ont eu recours à un pourcentage du total du bois mort tombé pour estimer le bois mort sur pied. Le bois mort tombé à terre et le bois mort sur pied ont tous deux été mesurés dans 21 études, avec un rapport de bois mort sur pied/bois mort total allant de 6 pour cent dans une forêt perturbée à 98 pour cent dans un site extrêmement perturbé. Dans les forêts non perturbées, les stocks de bois mort sur pied par rapport au bois mort tombé allaient de 11 pour cent à 76 pour cent. Les auteurs ont constaté que, dans les forêts tropicales sèches (2,5–118,6 Mg m.s. ha<sup>-1</sup>), le pourcentage de bois mort tombé avait tendance à être plus faible que dans les forêts tropicales humides (1,0–178,8 Mg m.s. ha<sup>-1</sup>). Le pourcentage de bois mort par rapport à la masse aérienne totale peut être étonnamment élevé : entre 18 et 25 pour cent, même dans les forêts non endommagées. Le manuel de référence GOF-C-GOLD (GOF-C-GOLD 2008) indique que le bois mort peut composer jusqu'à 7 pour cent environ du stock total de carbone ; les valeurs pour la végétation en sous-étage et la litière représentent généralement moins de 3 pour cent du stock total de carbone. Dans notre enquête parmi les projets de démonstration de REDD+, on a constaté que certains projets utilisaient des méthodes bien définies pour mesurer le carbone dans le bois mort, sur la base d'approches mises au point par plusieurs auteurs (Heath et Chojnacky 1995 ; GIEC 2003 ; Pearson *et al.* 2005 ; Zanne *et al.* 2009). Deux projets en Tanzanie n'ont pas l'intention de mesurer le bois mort, parce que la communauté locale l'utilise comme bois de feu. La plupart des projets ne prévoient pas de mesurer le carbone de la litière.

Enfin, les émissions liées au feu suscitent une grande préoccupation et, pour le moment, les données et les méthodes les concernant ne sont pas au point. Par exemple, le feu émet de grandes quantités de CO<sub>2</sub>, mais est aussi une importante source d'émissions de GES autres que le CO<sub>2</sub>, comme le CO, le CH<sub>4</sub>, le N<sub>2</sub>O, le NO<sub>x</sub>. Pour les équations du GIEC, la masse de combustible qui brûle est le facteur crucial pour estimer les émissions autres que de CO<sub>2</sub>. Or, dans la plupart des cas, il n'existe pas de facteurs propres aux écosystèmes et aux pays pour ces émissions. La combustion d'éléments combustibles individuels passe par une série d'étapes : allumage, apparition des flammes

et incandescence et pyrolyse (incandescence des braises), incandescence et pyrolyse, incandescence et extinction. Chacun de ces stades fait intervenir des processus chimiques différents, qui entraînent différentes émissions (Yokelson *et al.* 1997).

Un examen exhaustif des facteurs d'émissions pour les feux a été effectué par Andreae et Merlet (2001). Les auteurs ont conclu qu'il y avait des données adéquates pour les facteurs d'émissions des savanes tropicales, mais que des données manquaient pour la plupart des autres grands écosystèmes pour pouvoir générer des facteurs d'émissions robustes pour les différents gaz. L'effet de la composition des espèces dans le mélange de combustibles n'a pas non plus été étudié de manière approfondie, bien qu'il ait potentiellement un impact important sur les émissions. Par exemple, les émissions de NO<sub>x</sub> et de N<sub>2</sub>O liées au feu peuvent varier en fonction de la teneur en N du combustible. Les espèces qui présentent de fortes concentrations de N, comme certaines légumineuses, devraient afficher des émissions plus élevées de ces gaz.

## 15.5 Perspectives de progrès

La première conclusion qui peut être tirée de l'analyse qui précède est que, bien qu'il existe des informations adéquates pour les inventaires de GES de Niveau 1, pour la plupart des systèmes tropicaux, il n'y a pas de données adéquates disponibles pour mettre au point des approches de plus haut niveau. Heureusement, il y a plus de données disponibles pour estimer les émissions de grands réservoirs de carbone comme la biomasse aérienne, mais ces données ont, pour la plupart, été recueillies pour répondre à des objectifs précis et ne sont pas représentatives d'un écosystème à grande échelle. Nous ne pouvons donc pas estimer leur biais. D'autres réservoirs, comme la biomasse souterraine ou le carbone du sol, contribuent considérablement aux stocks totaux de carbone des écosystèmes, mais ils sont moins bien caractérisés. Alors que l'objectif déclaré de la REDD+ est des réductions quantifiées des émissions dans le cadre d'un dispositif basé sur les performances, nous sommes loin d'être en mesure de faire des estimations plus précises qu'un ordre de grandeur des émissions provenant des différentes sources et des séquestrations par différents puits avec un degré adéquat de certitude dans les programmes nationaux de REDD+. Nous n'ignorons pas la notion de précision, car la plupart des synthèses calculent des erreurs standard. Nous savons aussi que les données utilisées pour générer des équations et des facteurs d'émissions ne sont pas représentatives de la planète tout entière et nous n'avons donc aucune idée du biais présent dans ces estimations.

La deuxième conclusion est que les progrès réalisés au cours des dix dernières années ont été lents, tant en ce qui concerne la création de nouvelles données pour soutenir de meilleurs inventaires des GES que sur le plan des capacités des pays à mettre en œuvre des inventaires de plus haut niveau dans le secteur

de la foresterie. Il y a plusieurs efforts de renforcement des capacités de MNV en cours dans le cadre des activités de préparation de la REDD+, mais leur impact n'était pas évident dans la FRA de 2010. Il y a des signes qui indiquent que la communauté scientifique répond aux besoins politiques de meilleures données afin de permettre des inventaires plus exacts et précis, et un certain nombre de synthèses nouvelles et importantes ont été publiées. Néanmoins, les efforts actuels sont décousus et non coordonnés.

Il y a eu plusieurs partenariats multilatéraux et bilatéraux entre pays développés et institutions de MNV dans les pays qui ont entrepris très tôt des actions de REDD+. Le Programme ONU-REDD et ses partenaires travaillent avec un certain nombre de pays pour établir des systèmes transparents de MNV. Le partenariat australien en Indonésie n'est qu'un exemple de coopération bilatérale. Ces partenariats se sont surtout concentrés sur l'évaluation de l'utilisation des terres et sur la détection des changements d'affectation des terres ; la question des limites dues aux facteurs d'émissions commence à peine à faire l'objet de discussions.

La plupart des pays en développement ont des instituts de recherche en foresterie et des facultés universitaires de foresterie. Les accords de Cancún ont établi une approche en trois phases de la REDD+ et, dans le cadre du renforcement des capacités durant les Phases 1 et 2, des membres du personnel formés devront être mobilisés pour apporter les données et les connaissances requises afin de faciliter des inventaires de plus haut niveau. Durant la Phase 1, les inventaires devront être effectués au moyen d'un hybride entre les approches de Niveaux 1 et 2 pour les activités qui satisfont aux critères des catégories clés. Des investissements et des efforts coordonnés seront nécessaires pour surmonter les contraintes que constituent pour les inventaires des GES des facteurs d'émissions limités. Plus on aura recueilli de données, moins il faudra effectuer des estimations de Niveau 1 dans les catégories clés. Des progrès considérables pourront être accomplis au cours des dix années à venir si des investissements coordonnés et ciblés sont consacrés au renforcement des capacités et à la mobilisation. Entre-temps, pour favoriser la coordination, des compétences techniques complémentaires et le renforcement des capacités, des partenariats entre des instituts de recherche et des facultés universitaires se consacrant à la foresterie, l'agriculture et d'autres systèmes de gestion des terres dans les pays d'accueil de la REDD+, des organismes intergouvernementaux dotés de capacités techniques (p. ex. GEO, PNUE, CGIAR) et des instituts de recherche avancés situés dans des pays en développement devraient être mis en place. La coopération Sud-Sud et la création de réseaux techniques régionaux devraient elles aussi être encouragées.