

# **CHAPITRE 7**

---

## **TERRES HUMIDES**

## **Auteurs**

### *Section sur les tourbières*

Dominique Blain (Canada), Clark Row (États-Unis), Jukka Alm (Finlande), Kenneth Byrne (Irlande) et Faizal Parish (Global Environment Centre, Malaisie)

### *Section sur les terres inondées*

Section basée sur les *Recommandations du GIEC en matière de bonnes pratiques pour le secteur UTCATF*

### *Appendice 2 – Approche possible à l'estimation des émissions de CO<sub>2</sub> des terres converties en terres inondées de manière permanente : base d'une future méthodologie à développer.*

Éric Duchemin (Canada), Jari T. Huttunen (Finlande), Alain Tremblay (Canada), Robert Delmas (France) et Carlos Frederico Silveira Menezes (Brésil)

### *Appendice 3– Émissions de CH<sub>4</sub> dues à des terres inondées : base d'une future méthodologie à développer.*

Éric Duchemin (Canada), Jari T. Huttunen (Finlande), Alain Tremblay (Canada), Robert Delmas (France) et Carlos Frederico Silveira Menezes (Brésil)

## **Contributeurs**

Tatiana Minayeva (Fédération de Russie), Luis Pinguelli Rosa (Brésil) et Andrey Sirin (Fédération de Russie)

## Table des matières

7	Terres humides .....	7.5
7.1	Introduction.....	7.5
7.2	Tourbières gérées .....	7.8
7.2.1	Tourbières restant tourbières.....	7.9
7.2.1.1	Émissions de CO <sub>2</sub> dues aux tourbières restant tourbières .....	7.9
7.2.1.2	Émissions sans CO <sub>2</sub> dues aux tourbières restant tourbières .....	7.16
7.2.1.3	Évaluation des incertitudes.....	7.18
7.2.2	Terres converties à des fins d'extraction de tourbe .....	7.19
7.2.2.1	émissions de CO <sub>2</sub> sur les terres en cours de conversion à des fins d'extraction de tourbe.....	7.19
7.2.2.2	émissions sans CO <sub>2</sub> des terres en cours de conversion en tourbières gérées .....	7.21
7.2.2.3	Évaluation des incertitudes.....	7.21
7.3	Terres inondées .....	7.21
7.3.1	Terres inondées restant terres inondées.....	7.22
7.3.2	Terres converties en terres inondées.....	7.22
7.3.2.1	Émissions de CO <sub>2</sub> des Terres converties en terres inondées .....	7.22
7.3.2.2	Émissions sans CO <sub>2</sub> des Terres converties en terres inondées .....	7.23
7.3.2.3	Évaluation des incertitudes.....	7.23
7.4	Exhaustivité, cohérence de la série temporelle et AQ/CQ .....	7.23
7.4.1	Exhaustivité.....	7.23
7.4.2	Développement d'une série temporelle cohérente.....	7.24
7.4.3	Assurance de la qualité et contrôle de la qualité (AQ/CQ) .....	7.24
7.4.4	Établissement de rapports et documentation .....	7.24
7.5	Future methodology à développer .....	7.25
	Références.....	7.26

## Équations

Équation 7.1 Émissions de CO <sub>2</sub> dues aux terres humides .....	7.8
Équation 7.2 Émissions de CO <sub>2</sub> des tourbières pendant l'extraction de tourbe .....	7.9
Équation 7.3 Émissions de CO <sub>2</sub> -C des tourbières gérées (niveau 1).....	7.10
Équation 7.4 Émissions de CO <sub>2</sub> -C des sols sur site, dues aux tourbières gérées (niveau 1).....	7.12
Équation 7.5 Émissions hors site de CO <sub>2</sub> -C des tourbières gérées (niveau 1) .....	7.12
Équation 7.5 Émissions sur site de CO <sub>2</sub> -C des tourbières gérées (niveaux 2 et 3) .....	7.13
Équation 7.7 Émissions de N <sub>2</sub> O des tourbières pendant l'extraction de tourbe .....	7.16
Équation 7.8 Émissions de CO <sub>2</sub> -C des tourbières drainées à des fins d'extraction de tourbe .....	7.19
Équation 7.9 Émissions de CO <sub>2</sub> -C des sols des tourbières drainées à des fins d'extraction de tourbe.....	7.20
Équation 7.10 Variations annuelles des stocks de carbone de la biomasse vivante des terres converties en terres inondées de manière permanente .....	7.22

## Figure

Figure 7.1 Diagramme décisionnel pour l'estimation des émissions de CO <sub>2</sub> -C et de N <sub>2</sub> O des <i>tourbières</i> <i>restant tourbières</i> .....	7.11
--	------

## Tableaux

Tableau 7.1 Sections présentant les principales émissions de gaz à effet de serre dues à des terres humides gérées.....	7.5
Tableau 7.2 Recommandations sur les émissions dues aux terres humides gérées à d'autres fins .....	7.6
Tableau 7.3 Classification des terres humides anthropiques selon la Convention de Ramsar .....	7.7
Tableau 7.4 Facteurs d'émissions pour le CO <sub>2</sub> -C et plages d'incertitude associées pour les terres gérées à des fins d'extraction de tourbe, par zones climatiques .....	7.14
Tableau 7.5 Facteurs de conversion pour le CO <sub>2</sub> -C relatifs aux données de production en volume et en poids	7.14
Tableau 7.6 Facteurs d'émissions par défaut pour les émissions de N <sub>2</sub> O des tourbières gérées.....	7.17

## 7 TERRES HUMIDES

### 7.1 INTRODUCTION

Le présent chapitre propose des recommandations sur l'estimation des gaz à effet de serre (GES) dus aux terres humides gérées, et l'établissement des rapports. Les zones humides incluent les terres couvertes d'eau ou saturées pendant la totalité ou une partie de l'année et qui n'entrent pas dans la catégorie des terres forestières, terres cultivées ou prairies. Les terres humides gérées correspondent aux terres humides dont on a modifié artificiellement la nappe phréatique (drainage ou élévation, etc.) ou aux terres humides créées de manière anthropique (par exemple, barrage d'un fleuve). Les émissions des terres humides non gérées ne sont pas estimées.

Des méthodologies sont fournies pour :

- Les tourbières défrichées et drainées pour produire de la tourbe à des fins énergétiques, horticoles ou autres (section 7.2). La méthodologie d'estimation est essentiellement inchangée par rapport aux *Recommandations en matière de bonnes pratiques pour l'utilisation des terres, les changements d'affectation des terres et la foresterie (GPG-LULUCF)* du GIEC, mais elle inclut désormais les émissions dues à l'utilisation de tourbe horticole.
- Les réservoirs ou bassins de retenue destinés à la production d'énergie, à l'irrigation, à la navigation ou aux loisirs (section 7.3). L'évaluation inclut désormais les émissions de CO<sub>2</sub> de toutes les terres converties en terres inondées de manière permanente. Les terres inondées excluent les lacs et les fleuves administrés à moins qu'il y ait eu une augmentation importante du plan d'eau.

À des fins de simplicité, le reste de la présente section nomme « tourbières » les tourbières gérées pour l'extraction de tourbe, et « terres inondées » les terres inondées en réservoirs. Le tableau 7.1 permet de clarifier l'étendue de l'évaluation, et des sections correspondantes dans le présent chapitre.

Catégorie d'affectation des terres/GES	Tourbières	Terres inondées
Terres humides restant terres humides		
CO <sub>2</sub>	Section 7.2.1.1	Pas de recommandations <sup>1</sup>
CH <sub>4</sub>	Pas de recommandations <sup>2</sup>	Appendice 3
N <sub>2</sub> O	Section 7.2.1.2	Pas de recommandations <sup>3</sup>
Terres converties en terres humides		
CO <sub>2</sub>	Section 7.2.2.1	Section 7.3.2.1 et Appendice 2
CH <sub>4</sub>	Pas de recommandations <sup>2</sup>	Appendice 3
N <sub>2</sub> O	Section 7.2.2.2	Pas de recommandations <sup>3</sup>
Notes :		
<sup>1</sup> Les émissions de CO <sub>2</sub> des <i>terres inondées restant terres inondées</i> sont couvertes par les estimations des variations des stocks de carbone des affectations et changements d'affectation des terres (sols, etc.) en amont de la terre inondée.		
<sup>2</sup> Les émissions de méthane des tourbières sont négligeables après un drainage pendant la conversion et l'extraction de tourbe.		
<sup>3</sup> Les émissions de N <sub>2</sub> O des terres inondées sont incluses dans les estimations de N <sub>2</sub> O indirect dues aux eaux usées, agricoles ou aux écoulements.		

Les terres humides sont souvent gérées à d'autres fins, comme la gestion des prairies et des forêts, ou des terres cultivées. En général, on manque encore de connaissances scientifiques sur l'équilibre des gaz à effet de serre de différents types de terres humides, mais de nouvelles études sont constamment effectuées (par exemple *Boreal Env. Res.* 11, 2006). Le tableau 7.2 indique où trouver les recommandations relatives à ces terres humides gérées.

<b>Catégorie d'affectation des terres</b>	<b>Volume/section des présentes <i>Lignes directrices</i></b>
Terres humides déjà converties ou en cours de conversion en :	
terres cultivées, y compris « marais » destinés à la canneberge et autres éricacées	Volume 4, chapitre 5 (section 5.3)
prairies gérées	Volume 4, chapitre 6 (section 6.3)
terres forestières gérées, y compris terres humides forestières drainées ou non, selon les définitions nationales	Volume 4, chapitre 4 (section 4.3)
riziculture	Volume 4, chapitre 5 (section 5.5)

Certaines utilisations des terres humides ne sont pas couvertes, car il n'existe pas de méthodologies adaptées. Ainsi, les nappes de gestion du fumier, les nappes d'effluents industriels, les étangs d'aquaculture et le réhumidification de terres humides drainées précédemment ou la restauration de terres humides (voir la section 7.5, *Future méthodologie à développer*). Les pays dans lesquels ces activités sont importantes devront faire des recherches leur permettant d'évaluer leur contribution aux absorptions et émissions de gaz à effet de serre. Les émissions de N<sub>2</sub>O des terres humides gérées à des fins de filtration d'effluents agricoles de source non ponctuelle, comme les engrais et les pesticides, sont incluses dans les émissions indirectes dues aux amendements des sols (volume 4, chapitre 11).

La plupart des classifications écologiques des terres humides, y compris celle de la Convention de Ramsar sur les terres humides, incluent ces terres dans les terres humides, même si elles sont modifiées par une action anthropique ou construites artificiellement. La classification des terres humides adoptée par la convention de Ramsar (Ramsar, 1996) est généralement utilisée dans les questions de gestion. Le tableau 7.3 relie les classes de terres humides du présent rapport aux définitions choisies par la Convention de Ramsar.

**TABLEAU 7.3**  
**CLASSIFICATION DES TERRES HUMIDES ANTHROPIQUES SELON LA CONVENTION DE RAMSAR**

Classe RAMSAR	Sous-catégorie GIEC de terres humides correspondante	Recommandations méthodologiques
Aquaculture	Terres inondées	Non <sup>1</sup>
Étangs	Terres inondées	Non <sup>1</sup>
Terres irriguées (si cultivées)	Terres cultivées	Non <sup>2</sup>
Terres agricoles inondées en saison	Riziculture	Oui (vol. 4, chapitre 5)
Sites d'exploitation du sel	---	Non <sup>1</sup>
Zones de stockage de l'eau	Terres inondées	Oui (présent chapitre)
Excavations (partielles)	Tourbières gérées à des fins d'extraction de la tourbe	Oui (présent chapitre)
Zones de traitement des eaux usées	« Terres humides construites » ou secteur déchets	Non <sup>3</sup>
Fossés (de drainage), caniveaux	--	Non <sup>3</sup>
Notes :		
<sup>1</sup> Il n'existe aucune méthodologie par défaut convenable pour ces sources.		
<sup>2</sup> Cette source est incluse dans le chapitre sur les terres cultivées.		
<sup>3</sup> Les émissions de CH <sub>4</sub> et de N <sub>2</sub> O dues à des déversements d'eaux usées dans des canaux, rivières, lacs, mers et canaux ou fossés de drainage, ainsi que les zones de traitement des eaux usées, sont couvertes au chapitre 3 du volume 5, même si toutes les émissions supplémentaires de nouvelles terres humides ne le sont pas. Les émissions de N <sub>2</sub> O dues à la lixiviation d'engrais azotés sont couvertes au chapitre 11 du volume 4.		
Source : Ramsar, 1996		

### Émissions et absorptions de gaz à effet de serre dues aux terres humides

Les terres humides sont des écosystèmes où les processus biologiques et géochimiques, et les émissions et absorptions de gaz à effet de serre en découlant, sont contrôlés par le degré de saturation en eau ainsi que le climat et la teneur en nutriments.

Comme dans d'autres écosystèmes, un flux net de carbone depuis l'atmosphère ou en direction de l'atmosphère est créé par l'équilibre entre les absorptions de carbone de l'atmosphère par la photosynthèse et les émissions dues à la décomposition. Les taux d'absorption de C et les pertes dues à la décomposition sont influencés par le climat, la teneur en nutriments, la saturation en eau et la teneur en oxygène. Dans des conditions aérobies, (abondance d'oxygène), c'est-à-dire les conditions prédominantes dans la plupart des écosystèmes de hautes terres, la décomposition entraîne des émissions de CO<sub>2</sub>; dans des conditions anaérobies, au contraire, les émissions de CH<sub>4</sub> sont plus fréquentes (Moore et Knowles, 1989).

Dans la plupart des terres humides, quelque 90 pour cent du carbone de la production primaire brute retourne dans l'atmosphère par la décomposition (Cicerone et Oremland, 1988). Le matériau non décomposé tombe au fond de la masse d'eau et s'accumule au dessus du matériau précédemment déposé.

Dans des conditions saturées<sup>1</sup> ou des environnements inondés, l'activité des bactéries aérobies et d'autres organismes de décomposition est limitée par la disponibilité en oxygène. Les conditions anoxiques (manque d'oxygène), communes au fond des masses d'eau, empêchent à ces organismes de décomposer encore plus la matière organique. D'autres bactéries, méthanogènes, soufrogènes ou autres, sont capables de décomposer au moins une partie de la matière organique, ce qui entraîne des émissions de CH<sub>4</sub> et d'autres gaz. Si le méthane se diffuse par la colonne d'eau ou la couche supérieure du sol aéré, un autre groupe de bactéries, les méthanotrophes, oxyde partiellement le méthane en CO<sub>2</sub>, avant de s'échapper. En général, les terres humides sont une source naturelle de CH<sub>4</sub>, aux émissions estimées à 55-150 Tg CH<sub>4</sub> an<sup>-1</sup> (Watson *et al.*, 2000).

Les émissions de N<sub>2</sub>O des écosystèmes saturés sont souvent très basses, à moins qu'existe un apport soutenu en azote exogène. Lorsque les terres humides sont drainées – notamment les tourbières –, les taux d'émissions de N<sub>2</sub>O sont largement contrôlés par l'arrivée d'azote par la minéralisation, et donc par la fertilité du sol. Dans des

<sup>1</sup> Les sols sont dits saturés quand tout l'espace disponible à l'air entre les particules du sol est rempli d'eau, entraînant des conditions anaérobies.

conditions minérotrophes (riches en nutriments), d'autres contrôles comme le pH, les températures et le niveau d'eau régulent la nitrification de l'azote minéral, et sa réduction suivante en N<sub>2</sub>O (Klemedtsson *et al.*, 2005 ; Martikainen *et al.*, 1995).

En résumé, le drainage des terres humides entraîne une réduction des émissions de CH<sub>4</sub>, une augmentation des émissions de CO<sub>2</sub> due à l'oxydation accrue du matériau organique des sols, et une augmentation des émissions de N<sub>2</sub>O dans les terres humides minérotrophes.

*A contrario*, la création de terres humides par l'inondation altère le schéma des émissions de gaz à effet de serre pour présenter plus d'émissions de CH<sub>4</sub> et moins d'émissions de CO<sub>2</sub>. Le CO<sub>2</sub> et le CH<sub>4</sub> peuvent être émis par la décomposition de la biomasse submergée et de la matière organique des sols inondés et autres particules de matière organique, en fonction des caractéristiques des réservoirs et du climat.

Les questions méthodologiques correspondant aux deux types de terres humides gérées sont présentées aux sections les concernant du présent chapitre.

### Résumé des évaluations relatives à l'établissement des rapports

Les émissions totales de CO<sub>2</sub> des terres humides sont estimées en tant que somme des émissions des deux types de terres humides gérées (équation 7.1).

<p><b>ÉQUATION 7.1</b></p> <p><b>ÉMISSIONS DE CO<sub>2</sub> DUES AUX TERRES HUMIDES</b></p> $CO_{2\_H} = CO_{2\_HTourbe} + CO_{2\_HInondées}$
--

Où :

$CO_{2\_H}$  = émissions de CO<sub>2</sub> dues aux terres humides, Gg CO<sub>2</sub> an<sup>-1</sup>

$CO_{2\_HTourbe}$  = émissions de CO<sub>2</sub> dues aux tourbières gérées à des fins de production de tourbe, Gg CO<sub>2</sub> an<sup>-1</sup>

$CO_{2\_HInondées}$  = émissions de CO<sub>2</sub> dues aux (terres converties) en terres inondées, Gg CO<sub>2</sub> an<sup>-1</sup>

De par la nature des sols organiques, des sols saturés et des surfaces couvertes d'eau, la méthodologie d'estimation utilise généralement des facteurs d'émissions élaborés et des informations sur les stocks de biomasse des terres avant l'inondation. Certaines activités, par exemple l'extraction et le brûlage de la svégétation des *terres converties à des fins d'extraction de tourbe*, entraînent des émissions pouvant être estimées en tant que variations des stocks de carbone, auquel cas on se réfère aux méthodes génériques du chapitre 2.

Seules les tourbières gérées à des fins d'extraction de tourbe disposent d'une méthodologie par défaut relative aux émissions de N<sub>2</sub>O.

## 7.2 TOURBIERES GEREES

La tourbe s'accumule dans les terres humides lorsque la génération annuelle de matière organique morte excède la décomposition. Le schéma de développement du dépôt de la tourbe varie en fonction du climat et de l'hydrologie, et la succession de types de tourbières sur une zone peut être complexe (Mitsch et Gosselink, 2000). La séquestration du carbone peut n'atteindre que 20 à 50 kg/ha par an (Watson *et al.*, 2000), ce qui est peu par rapport aux rendements des récoltes. La plupart des dépôts de tourbe s'accumulent depuis plusieurs milliers d'années, et nombre d'entre eux depuis le dernier retrait des glaciers de l'âge de glace, il y a plus de 8 000 ans.

Le cycle de production d'une tourbière se fait en trois phases (Canadian Sphagnum Peat Moss Association, 2004 ; Nilsson et Nilsson, 2004) :

- (i) Conversion des terres à des fins de préparation pour l'extraction de tourbe : La conversion commence par la construction de fossés de drainage principales et secondaires qui permettent à l'eau de s'écouler de la zone. Une fois que la nappe phréatique commence à s'affaisser, la biomasse de surface, y compris tous les arbres et arbustes et la couche vivante de la végétation productrice de tourbe, est extraite et détruite. Cette phase peut durer plusieurs années. Les zones d'extraction de tourbe sont également établies sur des zones précédemment drainées à d'autres fins. En général, ces zones n'auront besoin que de quelques améliorations ou affinages du programme de drainage. Lors de ce processus, les principaux flux de gaz à effet de serre sont les émissions de CO<sub>2</sub> dues à l'extraction de biomasse et à la décomposition de la tourbe drainée. Cette phase correspond à la conversion de terres en tourbières ; elle est traitée à la section 7.2.2.



- (ii) Extraction : Un type d'extraction est le « broyage superficiel » ou cassage annuel de la surface de la tourbe en particules, qui sèchent ensuite pendant les mois d'été. Les particules de tourbe séchées à l'air sont ensuite collectées et transportées hors de la zone sous forme d'empilements. Un type d'extraction plus ancien consiste à couper la surface du dépôt de tourbe en petits blocs que l'on fait ensuite sécher. Quelle que soit la méthode d'extraction de la tourbe, le taux de séchage et la production annuelle de tourbe augmente en fonction de la fréquence des conditions climatiques sèches. L'extraction peut durer 20 à 50 ans avant que la profondeur économique du dépôt de tourbe ne soit atteinte. Les principales émissions de gaz à effet de serre de cette phase sont attribuables à la décomposition de la tourbe, sur le site (tourbe drainée, exposée) et hors site (tourbe extraite et utilisée ailleurs). Cette phase correspond aux *tourbières restant tourbières* ; elle est traitée à la section 7.2.2.

Puisque les émissions des tourbières en cours d'extraction diffèrent beaucoup en termes d'échelle et de type des émissions des *terres converties à des fins d'extraction de tourbe*, les pays ayant une industrie de la tourbe active devront séparer leurs tourbières gérées en fonction de cette distinction.

- (iii) Abandon, restauration ou conversion en une autre affectation : On cesse d'extraire la tourbe lorsqu'il n'est plus rentable d'utiliser le dépôt. En général, les émissions de gaz à effet de serre de ces terres continuent et devront être incluses dans les rapports conformément aux recommandations de la section 7.2.1, tant que la terre n'est pas convertie en une autre affectation. Puisqu'aucune méthodologie n'est fournie pour estimer les absorptions ou émissions de gaz à effet de serre des tourbières restaurées, les pays dotés de nombreuses tourbières restaurées pourront chercher à développer ou à rassembler les connaissances scientifiques nécessaires pour créer des méthodologies d'estimation des gaz à effet de serre (voir la section 7.5, *Base d'une future méthodologie à développer*). Les tourbières coupées boisées ou cultivées devront être incluses dans la catégorie *terres converties en terres forestières* (chapitre 4, section 4.3) ou *terres converties en terres cultivées* (chapitre 5, section 5.3).

Les tourbières en cours d'extraction (soit, les *tourbières restant tourbières*) sont considérées en premier, comme pour les autres chapitres mais contrairement à la séquence habituellement utilisée pour la production de tourbe, présentée ci-dessus.

## 7.2.1 Tourbières restant tourbières

La présente section traite des émissions des tourbières en cours d'extraction active de tourbe. L'utilisation de la tourbe est vaste : environ la moitié est employée pour l'énergie, et le reste sert au traitement des eaux usées industrielles, horticoles ou du paysage, entre autres utilisations (International Peat Society, 2004). Les techniques d'extraction de la tourbe des dépôts sont les mêmes quelle que soit l'utilisation finale, et toutes les sources sur site d'émissions de gaz à effet de serre devront être incluses dans cette catégorie. Les émissions dues à l'utilisation énergétique hors site de la tourbe devront être incluses dans le secteur *Énergie*, et ne sont pas prises en compte dans le présent chapitre.

### 7.2.1.1 ÉMISSIONS DE CO<sub>2</sub> DUES AUX TOURBIÈRES RESTANT TOURBIÈRES

L'estimation des émissions de CO<sub>2</sub> des terres soumises à l'extraction de tourbe se compose de deux éléments fondamentaux : les émissions sur le site dues aux dépôts de tourbe pendant la phase d'extraction, et les émissions hors site dues à l'utilisation horticole (non énergétique) de la tourbe (équation 7.2). L'extraction de tourbe commence au moment au défrichage de la végétation (section 7.1), qui empêche toute séquestration de carbone supplémentaire ; en conséquence seules les émissions de CO<sub>2</sub> sont prises en compte.

#### ÉQUATION 7.2 ÉMISSIONS DE CO<sub>2</sub> DES TOURBIÈRES PENDANT L'EXTRACTION DE TOURBE

$$CO_{2\_HH\text{tourbe}} = \left( CO_{2\_C_{HH\text{tourbehors-site}}} + CO_{2\_C_{HH\text{tourbesur-site}}} \right) \cdot \left( \frac{44}{12} \right)$$

Où :

$CO_{2\_HH\text{tourbe}}$  = émissions de CO<sub>2</sub> dues aux terres soumises à extraction de tourbe, Gg CO<sub>2</sub> an<sup>-1</sup>

$$CO_2-C_{HH\text{ tourbe}_{\text{hors site}}\text{ an}^{-1}} = \text{émissions de } CO_2-C \text{ hors site dues à la tourbe extraite à des fins horticoles, Gg C an}^{-1}$$

$$CO_2-C_{HH\text{ tourbe}_{\text{sur site}}} = \text{émissions de } CO_2-C \text{ dues à des dépôts de tourbe drainés, Gg C an}^{-1}$$

Les émissions hors site de  $CO_2-C$  sont associées à l'utilisation horticole (non énergétique) de tourbe extraite et retirée du site. Les émissions hors site dues à la tourbe utilisée pour l'énergie devront être incluses dans le secteur *Énergie*, et ne sont donc pas incluses ici.

Quelle que soit l'utilisation finale de la tourbe, le choix de la méthode, des facteurs d'émissions et des données sur les activités pour l'estimation des émissions sur site peuvent être les mêmes tant que les données sont désagrégées par type de tourbe, c'est-à-dire qu'on prend en compte le niveau de nutriments (riches ou pauvres) et la zone climatique, le cas échéant.

## CHOIX DE LA METHODE

La figure 7.1 présente le diagramme décisionnel d'estimation des émissions de gaz à effet de serre des tourbières.

### Niveau 1

Une méthodologie par défaut couvrant les émissions de  $CO_2$  sur site (sans distinguer entre les phases de production de la tourbe) et l'utilisation horticole de la tourbe est fournie (équations 7.3 à 7.5).

**ÉQUATION 7.3**  
**ÉMISSIONS DE  $CO_2-C^2$  DES TOURBIÈRES GÉRÉES (NIVEAU 1)**

$$CO_2-C_{HH\text{ tourbe}} = CO_2-C_{HH\text{ tourbe}_{\text{hors-site}}} + CO_2-C_{HH\text{ tourbe}_{\text{sur-site}}}$$

Où :

$$CO_2-C_{HH\text{ tourbe}} = \text{émissions de } CO_2-C \text{ des tourbières gérées, Gg C an}^{-1}$$

$$CO_2-C_{HH\text{ tourbe}_{\text{sur site}}} = \text{émissions sur site des dépôts de tourbe (toutes phases de production), Gg C an}^{-1}$$

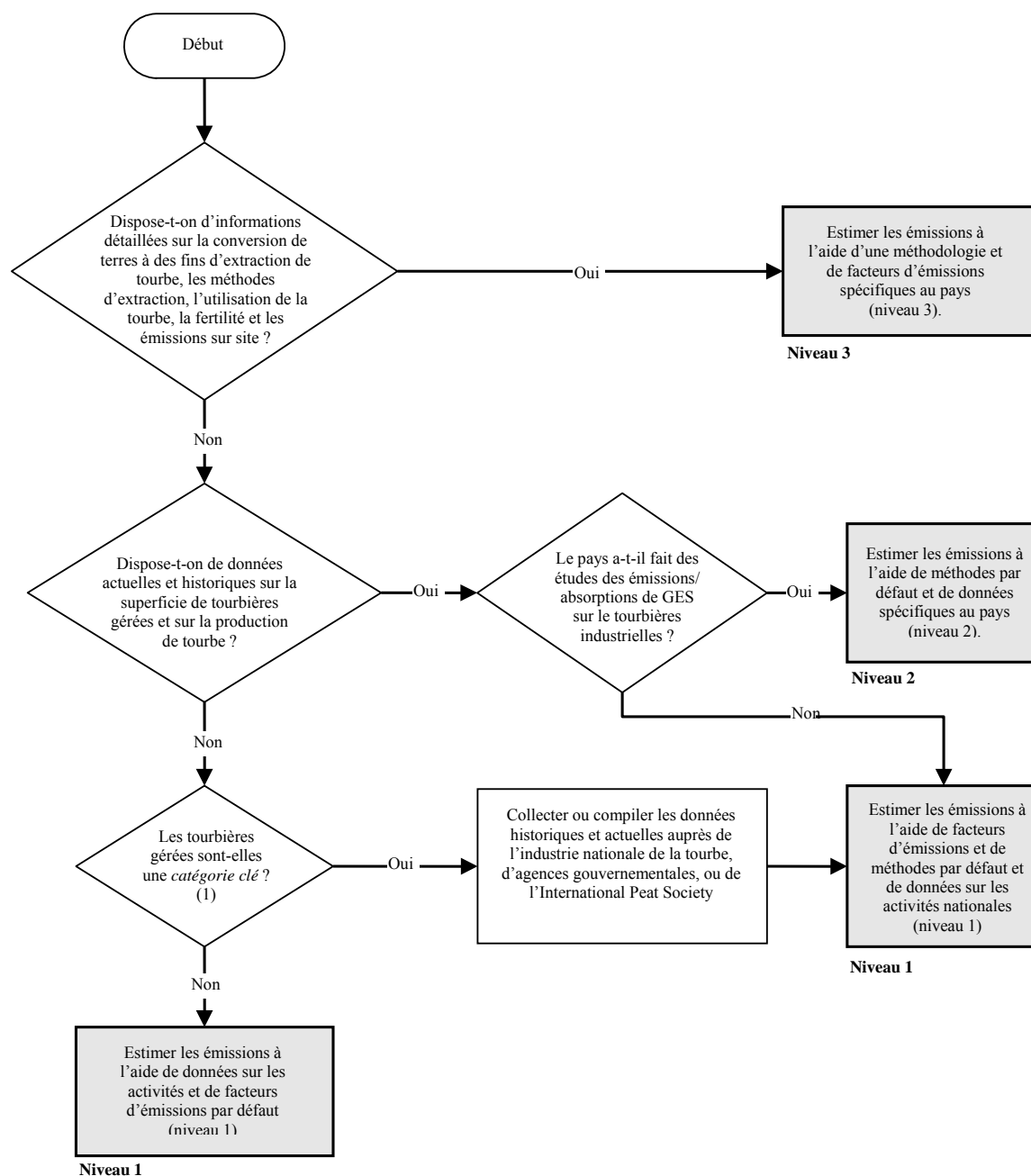
$$CO_2-C_{HH\text{ tourbe}_{\text{hors site}}} = \text{émissions hors site dues à la tourbe extraite à des fins horticoles, Gg C an}^{-1}$$

L'équation 7.4 s'applique à la superficie totale de tourbières gérées, y compris les terres en cours de conversion en tourbières et les tourbières abandonnées, à moins que les tourbières abandonnées n'aient été converties en une autre affectation, auquel cas les émissions devront être attribuées à la nouvelle affectation des terres, par exemple les terres cultivées ou les terres forestières.

La méthodologie de niveau 1 ne prend en compte que les émissions dues au défrichage de biomasse. Lorsque la superficie totale des tourbières gérées augmente, on a une conversion en tourbières. La conversion des tourbières à des fins d'extraction de tourbe implique le défrichage et d'extraction de la végétation. Le terme  $\Delta C_{HH\text{ tourbe B}}$  de l'équation 7.4 est estimé comme  $\Delta C_{\text{conversion}}$  à l'équation 2.16 (chapitre 2 du présent volume). On suppose que les autres variations des stocks de C dans la biomasse des tourbières gérées sont nulles.

<sup>2</sup>  $CO_2-C$  signifie carbone émis en tant que  $CO_2$ .

**Figure 7.1** Diagramme décisionnel pour l'estimation des émissions de CO<sub>2</sub>-C et de N<sub>2</sub>O des tourbières restant tourbières



Note :

(1) Lire le chapitre 4 du volume 1 (*Choix méthodologique – Identification des catégories clés*) et particulièrement la section 4.1.2 traitant des ressources limitées, pour une discussion des *catégories clés* et de l'emploi des diagrammes décisionnels

**ÉQUATION 7.4**  
**ÉMISSIONS DE CO<sub>2</sub>-C DES SOLS SUR SITE, DUES AUX TOURBIERES GERES (NIVEAU 1)**

$$CO_2-C_{HH\text{ tourbe sur-site}} = \left[ \frac{(S_{\text{tourbeRiche}} \cdot FE_{CO_2\text{tourbeRiche}}) + (S_{\text{tourbePauvre}} \cdot FE_{CO_2\text{tourbePauvre}})}{1000} \right] + \Delta C_{HH\text{ tourbeB}}$$

Où :

$CO_2-C_{HH\text{ tourbe sur-site}}$  = émissions de CO<sub>2</sub>-C sur site des dépôts de tourbe (toutes phases de production), Gg C an<sup>-1</sup>

$S_{\text{tourbe Riche}}$  = superficie de sols tourbeux riches en nutriments gérés pour l'extraction de tourbe (toutes les phases de production), ha

$S_{\text{tourbe Pauvre}}$  = superficie de sols tourbeux pauvres en nutriments gérés pour l'extraction de tourbe (toutes les phases de production), ha

$FE_{CO_2\text{tourbe Riche}}$  = facteurs d'émissions de CO<sub>2</sub> pour les sols tourbeux riches en nutriments gérés pour l'extraction de tourbe ou abandonnés après l'extraction de tourbe, tonnes C ha<sup>-1</sup> an<sup>-1</sup>

$FE_{CO_2\text{tourbe Pauvre}}$  = facteurs d'émissions de CO<sub>2</sub> pour les sols tourbeux pauvres en nutriments gérés pour l'extraction de tourbe ou abandonnés après l'extraction de tourbe, tonnes C ha<sup>-1</sup> an<sup>-1</sup>

$\Delta C_{HH\text{ tourbe B}}$  = émissions de CO<sub>2</sub>-C dues aux variations des stocks de carbone de la biomasse en raison du défrichage de la végétation, Gg C an<sup>-1</sup>

Les estimations d'émissions hors site sont calculées en convertissant les données de production annuelle de tourbes (soit en volume soit en poids sec) en fonction du poids du carbone (équation 7.5). On suppose que tout le carbone de la tourbe horticole est émis pendant l'année de l'extraction. Aux niveaux plus élevés, les pays pourront modifier cette hypothèse.

**ÉQUATION 7.5**  
**ÉMISSIONS HORS SITE DE CO<sub>2</sub>-C DES TOURBIERES GERES (NIVEAU 1)**

$$CO_2-C_{HH\text{ tourbe hors-site}} = \frac{(P_{\text{tourbe\_sèche}} \cdot Cfraction_p_{\text{tourbe}})}{1000}$$

ou

$$CO_2-C_{HH\text{ tourbe hors-site}} = \frac{(Vol_{\text{tourbe\_sèche}} \cdot Cfraction_{vol\_tourbe})}{1000}$$

Où :

$CO_2-C_{HH\text{ tourbe hors-site}}$  = émissions de CO<sub>2</sub>-C hors site dues à la tourbe extraite à des fins horticoles, Gg C an<sup>-1</sup>

$P_{\text{tourbe\_sèche}}$  = Poids sec de la tourbe extraite, tonnes an<sup>-1</sup>

$Vol_{\text{tourbe\_sèche}}$  = volume tourbe sèche extraite, m<sup>3</sup> an<sup>-1</sup>

$Cfraction_p_{\text{tourbe}}$  = fraction de carbone de la tourbe sèche en poids, tonnes C (tonne de tourbe sèche)<sup>-1</sup>

$Cfraction_{vol\text{ tourbe}}$  = fraction de carbone de la tourbe sèche en volume, tonnes C (m<sup>3</sup> de tourbe sèche)<sup>-1</sup>

## Niveau 2

Les calculs de niveau 2 emploient des facteurs d'émissions et paramètres spécifiques au pays, désagrégés spatialement afin de refléter les pratiques importantes au niveau régional et les dynamiques des zones écologiques. Il pourra être approprié de subdiviser les données sur les activités et les facteurs d'émissions en

fonction des pratiques d'extraction (par exemple les techniques utilisées pour sécher et extraire la tourbe), de la fertilité et de la composition de la tourbe influencées par l'ancien couvert végétal, et la fraction de carbone de la tourbe séchée à l'air en fonction des conditions climatiques locales. En général, le drainage de tourbières entraîne une compaction et un tassement de la tourbe ainsi qu'une oxydation et des pertes de carbone autres que sous forme de CO<sub>2</sub>. L'acrotelm (partie haute, oxygène, de la tourbe) est sensible aux variations saisonnières en termes de volume de teneur en eau, surtout si la structure de la tourbe a été altérée (Waddington & Price, 2000). En conséquence, les variations des stocks de carbone des sols tourbeux sont difficiles à mesurer, et il est improbable qu'on arrive à estimer correctement les flux de CO<sub>2</sub> de ces sols : cette technique n'est donc pas recommandée à moins qu'on dispose de données calibrées avec soin.

Les méthodologies de niveau 2 impliquent la séparation des tourbières converties à des fins d'extraction de tourbe de celles produisant déjà de la tourbe commercialement. La section 7.2.2 décrit des méthodologies d'estimation pour les *terres converties à des fins d'extraction de tourbe*. Il faudra veiller à ne pas compter deux fois les émissions de CO<sub>2</sub> dues au défrichage de la biomasse.

### Niveau 3

Au niveau 3, il faudra avoir une compréhension et une représentation complète de la dynamique des émissions et absorptions de CO<sub>2</sub> sur les tourbières gérées, y compris les impacts des caractéristiques du site, du type et de la profondeur de la tourbe, des techniques d'extraction et des phases d'extraction de tourbe décrites au début de la section 7.2. La méthodologie inclura toutes les sources de CO<sub>2</sub> connues sur le site (équation 7.6). Le terme CO<sub>2</sub>-C<sub>HH tourbe<sub>conversion</sub></sub> de l'équation 7.6 se réfère aux émissions dues à la conversion des terres, y compris les variations des stocks de carbone de la biomasse et les émissions des sols. Le terme CO<sub>2</sub>-C<sub>HH tourbe<sub>extraction</sub></sub> correspond aux émissions sur site à inclure au niveau 1 (moins le terme de la biomasse, désormais inclus dans CO<sub>2</sub>-C<sub>HH tourbe<sub>conversion</sub></sub>). Les émissions correspondant aux empilements de tourbe séchant (variable CO<sub>2</sub>-C<sub>HH tourbe<sub>empilements</sub></sub>) sont beaucoup plus incertaines. Des températures élevées peuvent signifier que les empilements émettent plus de CO<sub>2</sub> que le champ d'excavation, mais on n'a actuellement pas assez de données pour fournir des recommandations. Les schémas des émissions de CO<sub>2</sub> des tourbières abandonnées (CO<sub>2</sub>-C<sub>HH tourbe<sub>post</sub></sub>) varient en fonction des techniques de restauration et des taux de respiration des sols et de repousse de la végétation (Petroni *et al.*, 2003 ; Waddington & McNeil, 2002 ; Komulainen *et al.*, 1999) ; ces schémas sont donc plutôt spécifiques aux sites. Comme pour le niveau 2, il n'est pas recommandé de prendre des mesures directes des variations des stocks de C des sols. Les pays ayant une industrie d'extraction de tourbe et des activités de restauration importantes devront chercher à documenter séparément les trois sources de CO<sub>2</sub> sur site de l'équation 7.6.

**ÉQUATION 7.5**  
**ÉMISSIONS SUR SITE DE CO<sub>2</sub>-C DES TOURBIÈRES GÉRÉES (NIVEAUX 2 ET 3)**

$$CO_2-C_{HH\text{ tourbe}_{\text{sur-site}}} = \left( \begin{array}{l} CO_2-C_{HH\text{ tourbe}_{\text{conversion}}} + CO_2-C_{HH\text{ tourbe}_{\text{extraction}}} + \\ CO_2-C_{HH\text{ tourbe}_{\text{empilements}}} + CO_2-C_{HH\text{ tourbe}_{\text{post}}} \end{array} \right)$$

Où :

$CO_2-C_{HH\text{ tourbe}_{\text{sur-site}}}$  = émissions de CO<sub>2</sub>-C sur site des dépôts de tourbe, Gg C an<sup>-1</sup>

$CO_2-C_{HH\text{ tourbe}_{\text{conversion}}}$  = émissions de CO<sub>2</sub>-C sur site dues à la conversion de terres à des fins d'extraction de tourbe, Gg C an<sup>-1</sup>

$CO_2-C_{HH\text{ tourbe}_{\text{extraction}}}$  = émissions de CO<sub>2</sub>-C de la surface de la superficie d'extraction de tourbe, Gg C an<sup>-1</sup>

$CO_2-C_{HH\text{ tourbe}_{\text{empilements}}}$  = émissions de CO<sub>2</sub>-C des empilements avant l'extraction de la tourbe hors du site, Gg C an<sup>-1</sup>

$CO_2-C_{HH\text{ tourbe}_{\text{post}}}$  = émissions de CO<sub>2</sub>-C dues aux sols de tourbières découpées abandonnées, Gg C an<sup>-1</sup>

## CHOIX DES FACTEURS D'ÉMISSION

### Niveau 1

Pour mettre en place une méthode de niveau 1, il faut utiliser les facteurs d'émissions sur site par défaut FE<sub>CO<sub>2</sub>tourbe Riche</sub> et FE<sub>CO<sub>2</sub>tourbe Pauvre</sub>, et les fractions de carbone en poids (Cfraction<sub>P\_tourbe</sub>) ou en volume (Cfraction<sub>vol\_tourbe</sub>) par défaut, afin d'estimer les émissions hors site à partir des données de production en poids

ou en volume, respectivement. Les valeurs par défaut de  $FE_{CO_2\text{tourbe Riche}}$  et  $FE_{CO_2\text{tourbe Pauvre}}$  sont fournies au tableau 7.4. Les fractions de carbone de la tourbe par défaut sont fournies au tableau 7.5. Les tourbières pauvres en nutriments sont prédominantes dans les régions boréales, alors que dans les régions tempérées, on a plus de bourniers et d'étangs marécageux riches en nutriments. On peut déduire les types de tourbières par l'utilisation finale de la tourbe : la tourbe à sphaigne, prédominante dans les marais oligotrophes (pauvres en nutriments), est employée à des fins horticoles, alors que la tourbe à laiche, plus commune dans les tourbières minérotrophes (riches en nutriments), convient mieux à la génération d'énergie. Les pays boréaux qui n'ont pas d'informations sur les superficies de tourbières riches ou pauvres en nutriments devront employer les facteurs d'émissions des tourbières pauvres en nutriments. Les pays tempérés qui n'ont pas de données devront employer les facteurs d'émissions des tourbières riches en nutriments. Pour les régions tropicales, un seul facteur par défaut est fourni, en conséquence il ne sera pas nécessaire, pour les pays tropicaux utilisant la méthode de niveau 1, de désagréger les superficies de tourbières en fonction de la fertilité des sols.

<b>TABLEAU 7.4</b> <b>FACTEURS D'ÉMISSIONS POUR LE CO<sub>2</sub>-C ET PLAGES D'INCERTITUDE ASSOCIÉES POUR LES TERRES GÉRÉES À DES FINS D'EXTRACTION DE TOURBE, PAR ZONES CLIMATIQUES</b>			
<b>Zone climatique</b>	<b>Facteur d'émission (tonnes C ha<sup>-1</sup> an<sup>-1</sup>)</b>	<b>Plage d'incertitude<sup>a</sup> (tonnes C ha<sup>-1</sup> an<sup>-1</sup>)</b>	<b>Références/Commentaires<sup>b</sup></b>
<b>Tempéré et boréal</b>			
Pauvre en nutriments $FE_{CO_2\text{tourbe Pauvre}}$	0.2	0 à 0,63	Laine et Minkinen, 1996 ; Alm <i>et al.</i> , 1999 ; Laine <i>et al.</i> , 1996 ; Minkinen <i>et al.</i> , 2002
Riche en nutriments $FE_{CO_2\text{tourbe Riche}}$	1.1	0,03 à 2,9	Laine <i>et al.</i> , 1996 ; LUSTRA, 2002 ; Minkinen <i>et al.</i> , 2002 ; Sundh <i>et al.</i> , 2000
<b>Tropical</b>			
$FE_{CO_2\text{tourbe}}$	2.0	0,06 à 7,0	Calculé à partir de la différence relative entre les zones tempérées (pauvres en nutriments) et tropicales
<sup>a</sup> Plage de données sous-jacentes.			
<sup>b</sup> On a développé les valeurs tempérées et boréales en faisant une moyenne à partir d'une étude de mesures de parcelles par paires, dans l'hypothèse où le drainage des conditions des sols organiques convertis pour l'extraction de tourbe reste léger. La plupart des données concernent des tourbières européennes qui ne sont pas nécessairement en cours de production.			

<b>TABLEAU 7.5</b> <b>FACTEURS DE CONVERSION POUR LE CO<sub>2</sub>-C RELATIFS AUX DONNÉES DE PRODUCTION EN VOLUME ET EN POIDS</b>		
<b>Zone climatique</b>	<b>Cfraction<sub>p_tourbe</sub> [tonnes C (tonne tourbe séchée à l'air)<sup>-1</sup>]</b>	<b>Cfraction<sub>vol_tourbe</sub> [tonnes C (m<sup>-3</sup> tourbe séchée à l'air)]</b>
<b>Tempéré et boréal</b>		
Pauvre en nutriments	0,45	0,07
Riche en nutriments	0,40	0,24
<b>Tropical</b>		
Humus tropical	0,34	0,26
Calculs tirés de l'US Geological Survey (2004) : étude de la densité apparente moyenne, et de la teneur en carbone et en eau typique. Basés sur une tourbe séchée à l'air, de 35 à 55 % d'humidité.		

### Niveaux 2 et 3

L'incertitude des facteurs d'émissions peut être réduite en mesurant la teneur en eau et la fraction de carbone de la tourbe extraite en fonction du climat local et des pratiques d'extraction, et de la variabilité climatique

interannuelle. Il faudra utiliser des mesures des flux de CO<sub>2</sub> spatialement désagrégées afin de développer des facteurs d'émissions sur site plus précis, en corrigeant les pertes de carbone dues à la lixiviation du carbone organique dissous ou aux écoulements. Dans les zones boréales, les émissions hivernales peuvent former 10 à 30 % des émissions annuelles nettes (Alm *et al.*, 1999), et devront être estimées. Les mesures désagrégées des flux de CO<sub>2</sub> dus aux empilements de tourbe et aux sites d'excavation abandonnés et restaurés permettent de réduire encore les incertitudes. Les études sont rares ; en conséquence on encourage les pays à partager leurs données lorsque la qualité de la tourbe, les conditions environnementales et les pratiques d'extraction sont similaires.

## CHOIX DES DONNEES SUR LES ACTIVITES

À tous les niveaux on devra avoir des données sur les superficies de tourbières gérées à des fins d'extraction de tourbe ( $S_{\text{tourbe Riche}}$  et/ou  $S_{\text{tourbe Pauvre}}$ ) ainsi que sur la production de tourbe en poids ou en volume de tourbe séchée à l'air ( $P_{\text{tourbe sèche}}$  ou  $\text{Vol}_{\text{tourbe sèche}}$ ).

### Niveau 1

Avec la méthodologie par défaut, on suppose que le pays dispose d'estimations de la superficie totale sur laquelle est actuellement extraite de la tourbe (ou où il y a eu des extractions de par le passé), y compris les anciennes tourbières commerciales qui n'ont pas été converties à d'autres affectations. Dans les régions boréales et tempérées, cette superficie devra si possible être divisée en zones riches en nutriments et zones pauvres en nutriments, avec des hypothèses par défaut correspondant aux conseils donnés ci-dessus sur la sélection des facteurs d'émissions. En outre, la quantité (en poids sec ou en volume) de tourbe extraite annuellement doit être connue afin d'estimer les émissions de CO<sub>2</sub> hors site.

La qualité et la cohérence des ensembles de données internationaux sur les sites d'extraction et la production de la tourbe sont variables. Les sources des données sur les superficies et la production peuvent être différentes ; l'emploi d'années et de définitions différentes entre les sources et les pays peut introduire des incohérences. La production annuelle de tourbe est dépendante d'un climat d'été convenable, car avant d'extraire la tourbe, il faut des journées sèches et ensoleillées permettant de la faire sécher. Puisque les méthodes d'estimation proposées dans le présent chapitre ne concernent que la production de tourbe horticole, il faudra séparer les données de production de tourbe en fonction de l'utilisation finale (tourbe horticole ou tourbe destinée à la combustion) afin d'estimer les émissions hors sites. S'il s'avère impossible de séparer la quantité de tourbe produite par utilisation finale, les émissions dues au brûlage de tourbe devront être comptabilisées au secteur d'inventaire correspondant à l'utilisation finale prédominante de la tourbe produite nationalement. Joosten (2004) ; Joosten & Clarke (2002) ; Sirin & Minayeva (2001) ; Lappalainen (1996) ; et les inventaires publiés par *Wetlands International* (<http://www.wetlands.org/>) fournissent des données utiles sur les superficies. Des données relatives à la production de tourbe sont disponibles auprès du Conseil mondial de l'énergie (2004) (pour la tourbe de combustion) ou de l'United States Geological Survey (<http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/peat/>). Des informations supplémentaires peuvent être obtenues auprès de l'International Peat Society (<http://www.peatsociety.org/>) ou de l'International Mire Conservation Group (<http://www.imcg.net/>).

Lorsqu'on manque de données sur la production ou les superficies, on pourra éventuellement les calculer en employant un facteur de conversion par défaut égal à un taux de production moyen fourni par l'industrie locale. Dans le cas d'une industrie de la tourbe mature et industrialisée, les méthodes de coupes de blocs peuvent produire jusqu'à 1750 tonnes de tourbe séchée à l'air par hectare et par an, alors que la méthode par aspiration permet d'extraire jusqu'à 100 tonnes par hectare et par an (Cleary, 2005). La tourbe séchée à l'air contient 35 à 55 % d'humidité (Conseil mondial de l'énergie, 2004).

### Niveaux 2 et 3

Les pays employant des méthodes de niveaux plus élevés devront obtenir des données nationales sur la production de tourbe et les superficies de tourbières correspondantes. Dans les régions tempérées et boréales, ces données sur les superficies pourront devoir être désagrégées en fonction de la fertilité du sol, afin de les faire correspondre aux facteurs d'émissions appropriés. Parmi les sources possibles de ce type de données, on compte les statistiques nationales sur l'énergie, les entreprises d'extraction de tourbe, les associations industrielles de paysagisme et les ministères chargés des affectations des terres et des enquêtes géologiques. S'il s'avère impossible de stratifier en fonction de la fertilité de la tourbe, les pays pourront demander l'opinion d'experts. Les climats boréaux ont tendance à développer des tourbières hautes pauvres en nutriments, alors que les climats océaniques et tempérés présentent principalement des formations de tourbières riches en nutriments. Pour développer des données sur les activités spécifiques au pays, on devra en priorité prendre en compte : i) les superficies de sols organiques actuellement et anciennement gérées à des fins d'extraction de tourbe, et désagrégées en fonction des nutriments, le cas échéant ; ii) les données de production de tourbe ; iii) la teneur en eau locale, qui indique les conditions environnementales au moment de l'extraction de la tourbe ; et iv) la teneur en carbone spécifique au pays, de préférence par type de tourbe.

Pour des méthodologies d'estimation plus sophistiquées, on devra déterminer les superficies à chacune des trois phases du cycle d'extraction de la tourbe, y compris les superficies abandonnées dont le drainage ou les impacts de l'extraction de la tourbe précédente se ressentent toujours ; et le cas échéant, les superficies caractérisées par différentes techniques d'extraction de la tourbe, types de tourbe et profondeur d'extraction. Si la restauration du site est en cours, on encourage les pays à inclure les superficies de sols organiques restaurés anciennement gérés à des fins d'extraction de tourbe séparément dans les rapports, et à estimer leurs émissions et absorptions. En outre, les pays dont la production de tourbe horticole est importante pourront développer des données leur permettant de surveiller le devenir hors site de la tourbe extraite afin de développer des courbes de décomposition temporelles.

### 7.2.1.2 ÉMISSIONS SANS CO<sub>2</sub> DUES AUX TOURBIERES RESTANT TOURBIERES

#### METHANE

Lorsqu'on draine les tourbières en préparation de l'extraction de tourbe, la production naturelle de CH<sub>4</sub> est largement réduite mais pas complètement éliminée (Strack *et al.*, 2004), car les bactéries méthanogènes ne se développent que dans de conditions anaérobies. Au niveau 1, on suppose que les émissions de méthane sont insignifiantes dans ces tourbières drainées. Aux niveaux plus élevés, on encourage les pays à étudier le schéma d'émissions de CH<sub>4</sub> à partir de dépressions topographiques ou de fossés de drainage, qui peuvent fournir une part significative des émissions de gaz à effet de serre totales de ces tourbières gérées (Sundh *et al.*, 2000).

#### OXYDE NITREUX

Les dépôts de tourbe peuvent contenir des quantités significatives d'azote organique sous forme inactive, en fonction de la fertilité du site. Le drainage permet aux bactéries de convertir l'azote en nitrates, qui se lessivent dans la surface pour y être réduites en N<sub>2</sub>O. Dans les tourbières drainées, la quantité potentielle de N<sub>2</sub>O émis dépend de la teneur en azote de la tourbe. Lorsqu'on a un rapport C:N de plus de 25, les émissions de N<sub>2</sub>O peuvent être considérées comme insignifiantes (Klemedtsson *et al.*, 2005).

Il n'existe actuellement pas de méthode d'estimation permettant de séparer les émissions de N<sub>2</sub>O de la décomposition de la matière organique lors de l'utilisation hors site de la tourbe horticole. Il est fréquent d'ajouter des engrais à l'azote aux tourbes horticoles avant utilisation ; cette source dominera probablement le schéma d'émissions de N<sub>2</sub>O. L'approche par défaut d'estimation des émissions de N<sub>2</sub>O des terres gérées pour l'extraction de tourbe exclut les émissions dues à la décomposition de l'azote organique de la tourbe horticole, afin d'éviter tout double comptage du N<sub>2</sub>O émis en raison de l'emploi d'engrais.

#### Choix de la méthode

Le diagramme décisionnel de la figure 7.1 permet de choisir le niveau méthodologique approprié pour les émissions de N<sub>2</sub>O.

#### Niveau 1

L'estimation des émissions de N<sub>2</sub>O des terres humides drainées à l'aide de méthodes de niveau 1 est similaire à celle décrite pour les sols organiques drainés à des fins agricoles ou forestières, mais les facteurs d'émissions sont généralement moins élevés. La méthodologie par défaut ne prend en compte que les tourbières riches en nutriments.

#### ÉQUATION 7.7 ÉMISSIONS DE N<sub>2</sub>O DES TOURBIERES PENDANT L'EXTRACTION DE TOURBE

$$N_2O_{HH\text{ }tourbe\_Extraction} = \left( S_{tourbe\_Riche} \cdot FE_{N_2O-N_{tourbeRiche}} \right) \cdot \frac{44}{28} \cdot 10^{-6}$$

Où :

$N_2O_{HH\text{ }Tourbe\_Extraction}$  = émissions directes de N<sub>2</sub>O des tourbières gérées à des fins d'extraction de tourbe, Gg N<sub>2</sub>O an<sup>-1</sup>

$S_{tourbe\_Riche}$  = superficie de sols tourbeux riches en nutriments gérée à des fins d'extraction de tourbe, y compris superficies abandonnées où existe toujours un drainage, ha



$FE_{N_2O-N_{tourbe\ Riche}}$  = facteur d'émission pour les sols organiques des terres humides drainées riches en nutriments,  $kg\ N_2O-N\ ha^{-1}\ an^{-1}$

## Niveau 2

Au niveau 2, les données sur les activités sont désagrégées par d'autres facteurs comme le type et la fertilité de la tourbe, la phase d'extraction de la tourbe et le temps passé depuis le début des activités de drainage. Les facteurs d'émissions correspondant sont spécifiques au pays et prennent en compte les conditions et les pratiques d'extraction de la tourbe, la profondeur du drainage et les variations du rapport C:N dans le profil de la tourbe.

## Niveau 3

Au niveau 3, il faudra avoir une compréhension et une représentation complète de la dynamique des émissions et absorptions de  $N_2O$  sur les tourbières gérées, y compris les impacts des caractéristiques du site, du type et de la profondeur de la tourbe, des techniques d'extraction et des phases d'extraction de tourbe décrites au début de la section 7.2. La méthodologie devra inclure toutes les sources de  $N_2O$  pertinentes. Il faudra considérer les émissions sur site et hors site, et prendre en compte le taux de décomposition de la tourbe dans des conditions d'utilisation et d'extraction fréquentes. Les méthodes devront correspondre aux procédures d'estimation des émissions de  $CO_2$ , par exemple il faudra employer les mêmes taux de décomposition hors site. Si l'on emploie des modèles basés sur des processus, ceux-ci devront être calibrés et validés par des mesures indépendantes représentant les conditions nationales.

## Choix des facteurs d'émission/absorption

### Niveau 1

Les facteurs d'émissions par défaut des méthodes de niveau 1 se trouvent au tableau 7.6.

### Niveaux 2 et 3

Les pays utilisant des méthodes de niveau 2 développent des facteurs d'émissions spécifiques au pays, qui permettront peut-être de faire la différence entre les taux d'émissions pendant la conversion des terres en tourbière, et les émissions continues pendant l'extraction de tourbe. Aux niveaux 2 et 3 il faudra disposer de données d'émissions spécifiques au pays comptabilisant les caractéristiques du site, le type et la profondeur de la tourbe, les techniques d'extraction, les phases d'extraction de la tourbe et autres facteurs pertinents. Le type de tourbe est particulièrement pertinent à ses capacités de décomposition et donc les émissions de  $N_2O$  en découlant. Au niveau 3, les émissions dues à l'utilisation de tourbe horticole hors site doivent être incluses. Les études actuelles sur le sujet sont rares, et les résultats sont parfois contradictoires. On encourage donc les pays à partager toute donnée comparable, lorsque les conditions environnementales et les pratiques d'extraction sont similaires.

Zone climatique	Facteur d'émission $FE_{N_2O}$ ( $kg\ N_2O-N\ ha^{-1}\ an^{-1}$ )	Plage d'incertitude ( $kg\ N_2O-N\ ha^{-1}\ an^{-1}$ )	Références/ Commentaires
<b>Tempéré et boréal</b>			
Sols organiques pauvres en nutriments	négligeable	négligeable	Alm <i>et al.</i> , 1999; Laine <i>et al.</i> , 1996; Martikainen <i>et al.</i> , 1995; Minkkinen <i>et al.</i> , 2002; Regina <i>et al.</i> , 1996
Sols organiques riches en nutriments	1.8	0.2 to 2.5	
<b>Tropical</b>	3.6	0.2 to 5.0	La valeur pour les zones tropicales est deux fois celle des climats du nord, en fonction des différences relatives entre les $FE_{N_2O}$ tempérés et tropicaux, tirées du tableau 11.1 du chapitre 11.
La plupart des données concernent des tourbières européennes qui ne sont pas nécessairement en cours de production. Les zones climatiques sont décrites au chapitre 3.			

## Choix des données sur les activités

### Niveau 1

Il faudra utiliser les mêmes données sur les activités pour l'estimation des émissions de CO<sub>2</sub> que pour celles de N<sub>2</sub>O des tourbières gérées. Des informations sur l'obtention de ces données sont fournies à la section 7.2.1 ci-dessus. Pour les pays situés dans des régions tempérées et boréales et ayant choisi une méthode de niveau 1, les données sur les superficies devront être stratifiées en fonction de la fertilité du sol, puisque seuls les sols tourbeux riches en nutriments seront pris en compte. S'il s'avère impossible de stratifier en fonction de la fertilité de la tourbe, les pays pourront demander l'opinion d'experts. Les climats boréaux ont tendance à développer des tourbières ou marais surélevés pauvres en nutriments, alors que les climats océaniques et tempérés présentent principalement des formations de tourbières riches en nutriments. Les tourbières à fertilité peu élevée sont généralement acides (pH faible). Au niveau 1, d'autres incertitudes proviennent de l'emploi de facteurs d'émissions de CO<sub>2</sub> et de N<sub>2</sub>O par défaut, appliqués à la fois aux *terres converties à des fins d'extraction de tourbe* et aux *tourbières restant tourbières*, car la teneur en azote et la biodisponibilité du C et du N organiques peuvent varier en fonction de la profondeur.

### Niveaux 2 et 3

Pour le développement de données sur les activités spécifiques au pays, on devra en priorité considérer les superficies de sols organiques gérées à des fins d'extraction de tourbe, désagrégées en fonction de la teneur en nutriments le cas échéant, et les données annuelles sur la production de tourbe. Pour des méthodologies d'estimation plus sophistiquées, on devra déterminer les superficies à chacune des trois phases du cycle d'extraction de la tourbe, y compris les superficies abandonnées dont le drainage ou les impacts de l'extraction précédente de tourbe se ressentent encore ; et le cas échéant, les superficies caractérisées par différentes techniques d'extraction de tourbe, types de tourbe et profondeur d'extraction. Si la restauration du site est en cours, on encourage les pays à inclure les superficies de sols organiques restaurés anciennement gérés à des fins d'extraction de tourbe séparément dans les rapports, et à estimer leurs émissions et absorptions. En outre, les pays dont la production de tourbe horticole est importante pourront développer des données leur permettant de surveiller le devenir hors site de la tourbe extraite afin de développer des courbes de décomposition temporelles (voir aussi section 7.2.1).

## 7.2.1.3 ÉVALUATION DES INCERTITUDES

### Facteurs d'émissions

Pour le CO<sub>2</sub> comme le N<sub>2</sub>O, les principales incertitudes relatives aux procédures d'estimation de niveau 1 sont les facteurs d'émissions par défaut (tableaux 7.4 et 7.6) et d'autres paramètres comme la teneur en eau de la tourbe séchée à l'air. Les facteurs d'émissions et les paramètres n'ont été développés qu'à partir de quelques points de données (moins de 10), principalement dans les régions tempérées et boréales, et peuvent ne pas être représentatifs dans les cas de grandes superficies ou zones climatiques. L'écart type des facteurs d'émissions excède facilement 100 % de la moyenne, mais les courbes de densité sous-jacentes seront probablement non normales. La variabilité de la masse spécifique de la tourbe et ses capacités de rétention d'humidité expliquent en grande partie ce niveau d'incertitude. La variabilité interannuelle des précipitations peut altérer le taux de décomposition de la matière organique de 25 à 100 %, en fonction des caractéristiques de la tourbe (Waddington *et al.*, 2002). La variabilité de la teneur en eau de la tourbe et de la qualité de la tourbe explique environ 20 % des incertitudes relatives à la teneur en carbone de la tourbe séchée à l'air. En général, on encourage les pays à utiliser la plage plutôt que l'écart type.

De nombreux sols organiques ont été drainés et convertis à d'autres utilisations, par exemple la production agricole ou forestière. Ces sols sont souvent des sites plus fertiles : les facteurs d'émissions sont donc plus élevés. En plus du drainage, les activités de gestion altèrent la distribution de la matière organique sur le profil du sol, et donc les schémas d'émissions de gaz à effet de serre. Les schémas d'émissions de gaz à effet de serre des sols organiques soumis à différentes pratiques de gestion devraient donc différer. Lorsqu'ils développent des facteurs spécifiques, les pays doivent se servir d'échantillons de taille suffisante et de techniques permettant de minimiser les erreurs types. Dans l'idéal, des courbes de densité de probabilité (qui fournissent des estimations des écarts et des moyennes) seront dérivées pour tous les paramètres nationaux. Au minimum, les approches de niveau 2 devront fournir des plages d'erreur pour tous les paramètres nationaux. Ces données pourront être utilisées lors des analyses d'incertitude avancées, comme les simulations Monte-Carlo.

Au niveau 3, les facteurs d'émissions et leurs courbes de densité de probabilité associés sont utilisés pour développer des intervalles de confiance et de moyennes pour toute la catégorie, grâce à des procédures avancées (par exemple, Monte-Carlo). Les modèles basés sur des processus fourniront en principe des estimations plus réalistes, mais devront être calibrés et validés avec des mesures. Les incertitudes associées à l'utilisation de modèles devront être quantifiées par des procédures similaires. Voir au chapitre 3 du volume 1 des présentes *Lignes directrices* des recommandations sur l'élaboration de ces analyses.

## Données sur les activités

Les pays ayant utilisé des données agrégées sur les activités pour les tourbières gérées devront employer un coefficient d'incertitude de 50 % en Europe et en Amérique du Nord, mais un facteur de 2 dans le reste du monde. L'incertitude pourra être plus élevée si les superficies de tourbières gérées sont basées sur le total des tourbières (gérées ou non) ou sur des données sur la production, puisque la production de tourbe dépend fortement de bonnes conditions climatiques. Aux niveaux 2 et 3, la désagrégation spatiale des superficies de tourbières en fonction de paramètres écoclimatiques pertinents et/ou de pratiques de gestion, d'informations sur l'utilisation finale des tourbes et de la distinction entre les tourbières récemment converties et les tourbières en cours de production et de restauration permettra de mettre en place des procédures d'estimations plus exactes.

## 7.2.2 Terres converties à des fins d'extraction de tourbe

Au niveau 1, les données sur les activités ne font pas la différence entre les tourbières dont on extrait la tourbe (*tourbières restant tourbières*) et les tourbières en cours de conversion à des fins d'extraction de tourbe (voir au début de la section 7.2 une description des trois phases d'extraction de tourbe). Les pays utilisant ce type d'approche devront lire à la section 7.2.1 les recommandations méthodologiques. En revanche, les pays ayant choisi une méthodologie de niveau 2 devront faire la différence. La présente section fournit des recommandations spécifiquement pour les tourbières drainées et converties à des fins d'extraction de tourbe.

### 7.2.2.1 EMISSIONS DE CO<sub>2</sub> SUR LES TERRES EN COURS DE CONVERTION A DES FINS D'EXTRACTION DE TOURBE

Comme le décrit l'introduction de la section 7.2, le cycle d'extraction de la tourbe présente trois phases, dont la première est le développement ou la conversion à des fins d'extraction de tourbe, caractérisée par un travail de drainage extensif (si la superficie n'a pas déjà été drainée à d'autres fins), mais une faible extraction de tourbe. En général, cette phase de conversion dure entre 2 et 5 ans. Contrairement aux conversions d'autres affectations des terres incluses dans les présentes *Lignes directrices*, la période de transition par défaut des *terres en cours de conversion à des fins d'extraction de tourbe* est de cinq ans.

Les émissions de gaz à effet de serre des terres défrichées et drainées à des fins d'extraction de tourbe sont assez différentes des émissions des terres actuellement en cours d'extraction de tourbe ou ayant été épuisées puis abandonnées. Les principales émissions pendant le processus de conversion proviennent de l'extraction et de la destruction de la biomasse vivante de l'écosystème des tourbières, et des sols pendant le drainage. Puisque ces terres ne sont pas encore entrées en production, il n'y a pas d'extraction de tourbe et par conséquent pas d'émissions hors site de tourbe extraite.

L'équation 7.8 représente les principales sources d'émissions de CO<sub>2</sub>-C pendant la conversion de terres à des fins d'extraction de tourbe.

<p><b>ÉQUATION 7.8</b></p> <p><b>ÉMISSIONS DE CO<sub>2</sub>-C DES TOURBIÈRES DRAINÉES A DES FINS D'EXTRACTION DE TOURBE</b></p> $CO_2-C_{TH_{tourbe\_sur-site}} = (-\Delta C_{HH_{tourbeB}}) + (-\Delta C_{HH_{tourbeMOM}}) + CO_2-C_{TH_{tourbe\_drainage}}$
--

Où :

$CO_2-C_{TH_{tourbe\_sur-site}}$  = émissions de CO<sub>2</sub>-C des terres en cours de conversion à des fins d'extraction de tourbe, Gg C an<sup>-1</sup>

$\Delta C_{HH_{tourbeB}}$  = émissions de CO<sub>2</sub>-C dues aux variations des stocks de carbone de la biomasse vivante, Gg C an<sup>-1</sup>

$\Delta C_{HH_{tourbeMOM}}$  = émissions de CO<sub>2</sub>-C dues aux variations des stocks du pool de matière organique morte, Gg C an<sup>-1</sup>

$CO_2-C_{TH_{tourbe\_drainage}}$  = émissions de CO<sub>2</sub>-C des sols pendant le drainage, Gg C an<sup>-1</sup>

## CHOIX DE LA METHODE

### Niveau 2

Aucune des procédures d'estimation de ces quantités n'est unique à cette catégorie, sauf celle relative aux émissions des sols pendant le drainage. Si la végétation sur pied avant le défrichage entrainait dans la catégorie terres forestières ou prairies, les procédures d'estimations des émissions de la biomasse vivante dues à la conversion de terres forestières ou prairies en terres cultivées se trouvent au chapitre 5, section 5.3. Lorsqu'on utilise le feu pour défricher la végétation, on a aussi des émissions de gaz sans CO<sub>2</sub>, c'est-à-dire de CH<sub>4</sub> et de N<sub>2</sub>O. Ces émissions peuvent être estimées suivant les recommandations du chapitre 2. Le brûlage de biomasse et la décomposition de biomasse et de matière organique morte non brûlées peuvent être estimés, si l'on dispose de facteurs d'émissions spécifiques au pays. Les superficies de terres en cours de drainage peuvent être divisées en fonction de la fertilité de la tourbe, du type de tourbe et de l'ancienne affectation des terres ou couverture terrestre, afin d'affiner éventuellement les facteurs d'émissions en fonction de ces données.

L'équation 7.9 fournit une approche générale à l'estimation des émissions des sols pendant le drainage. Conceptuellement, il s'agit de la même équation que l'équation 7.6, utilisée pour déterminer CO<sub>2</sub>-C<sub>HH tourbe sur site</sub> pour les tourbières gérées.

**ÉQUATION 7.9 ÉMISSIONS DE CO<sub>2</sub>-C DES SOLS DES TOURBIÈRES DRAINÉES À DES FINS D'EXTRACTION DE TOURBE**

$$CO_2-C_{TH \text{ tourbe\_drainage}} = \frac{\left( S_{\text{drainés\_tourbe\_Riche}} \bullet FE_{CO_2 \text{ drainés\_tourbe\_Riche}} \right) + \left( S_{\text{drainés\_tourbe\_Pauvre}} \bullet FE_{CO_2 \text{ drainés\_tourbe\_Pauvre}} \right)}{1000}$$

Où :

$CO_2-C_{TH \text{ tourbe\_drainage}}$  = émissions de CO<sub>2</sub>-C des sols des terres en cours de conversion à des fins d'extraction de tourbe, Gg C an<sup>-1</sup>

$S_{\text{drainés\_tourbe\_Riche}}$  = superficie de sols tourbeux riches en nutriments en cours de drainage, ha

$S_{\text{drainés\_tourbe\_Pauvre}}$  = superficie de sols tourbeux pauvres en nutriments en cours de drainage, ha

$FE_{CO_2 \text{ drainés\_tourbe\_Riche}}$  = facteurs d'émissions de CO<sub>2</sub>-C de sols tourbeux riches en nutriments en cours de drainage, tonnes C ha<sup>-1</sup> an<sup>-1</sup>

$FE_{CO_2 \text{ drainés\_tourbe\_Pauvre}}$  = facteurs d'émissions de CO<sub>2</sub>-C de sols tourbeux pauvres en nutriments en cours de drainage, tonnes C ha<sup>-1</sup> an<sup>-1</sup>

### Niveau 3

Au niveau 3, il faudra avoir une compréhension et une représentation complète de la dynamique des émissions et absorptions de CO<sub>2</sub> sur les terres converties à des fins d'extraction de tourbe, y compris les impacts du type et de la fertilité de la tourbe, des caractéristiques du site (couverture tourbeuse, tourbière haute, etc.) et l'ancienne affectation des terres ou couverture terrestre, le cas échéant, qu'on pourra combiner avec des facteurs d'émissions appropriés et/ou des modèles basés sur des processus. La méthodologie inclut le devenir du C dans tous les pools, les transferts de C entre les pools lors de la conversion (par exemple, de la biomasse à la matière organique morte) et fait la différence entre les émissions immédiates et différées. Les estimations basées sur les variations des stocks devront être corrigées en prenant en compte les pertes de carbone dues à la lixiviation de carbone organique dissous, les pertes de matière organique morte par l'écoulement, ou les émissions de CH<sub>4</sub>.

## CHOIX DES FACTEURS D'EMISSION/ABSORPTION

### Niveau 2

Les pays utilisant des méthodes de niveau 2 développent des facteurs d'émissions spécifiques au pays  $FE_{CO_2 \text{ drainés\_tourbe\_Riche}}$  and  $FE_{CO_2 \text{ drainés\_tourbe\_Pauvre}}$ , qui permettront de faire la différence entre les taux d'émissions pendant la conversion des terres, et les émissions continues pendant la phase d'extraction de tourbe. On pourra éventuellement différencier encore plus les facteurs d'émissions en fonction du type et de la fertilité de la tourbe, de profondeur du drainage, de l'ancienne affectation des terres ou couverture terrestre, et des zones climatiques.

**Niveau 3**

Au niveau 3, tous les paramètres devront être spécifiques au pays. Les études sont rares ; selon les *bonnes pratiques* on encourage les pays à dériver des facteurs d'émissions nationaux et à partager leurs données avec les pays de conditions environnementales similaires.

**CHOIX DES DONNEES SUR LES ACTIVITES****Niveau 2**

Les données sur les activités de base requises sont la superficie de sols organiques convertis à des fins d'extraction de tourbe, désagrégée en fonction des nutriments (ou de la fertilité). Parmi les sources possibles de données sur les superficies, on compte les entreprises d'extraction de tourbe, les associations industrielles de la tourbe et les ministères chargés des informations sur les terres. Au niveau 2, les pays pourront aussi incorporer des informations basées sur l'affectation des terres originale, le type de tourbe et la fertilité de la tourbe des terres en cours de conversion. Ces informations pourront être tirées de mises à jour régulières de l'inventaire des tourbières national.

**Niveau 3**

Au niveau 3, des informations précises sur l'affectation des terres originale, le type de tourbe et la fertilité de la tourbe des superficies converties à des fins d'extraction de tourbe seront nécessaires. Des données plus spécifiques pourront être définies en fonction des procédures d'estimations

### 7.2.2.2 EMISSIONS SANS CO<sub>2</sub> DES TERRES EN COURS DE CONVERSION EN TOURBIERES GERES

La discussion des questions méthodologiques de la section 7.2.1.2 (*Émissions sans CO<sub>2</sub> des tourbières restant tourbières*) s'applique aussi ici, à l'exception des émissions sans CO<sub>2</sub> dues à la décomposition hors site de la tourbe horticole, puisqu'il n'y a pas d'extraction de tourbe pendant la phase de conversion et de préparation des terres. Aux niveaux plus élevés, il est possible que l'on ne puisse plus supposer que les émissions de méthane sont négligeables sur les terres en cours de drainage. L'équation 7.7 de la section 7.2.1 décrit aussi l'approche par défaut permettant d'estimer les émissions de N<sub>2</sub>O.

### 7.2.2.3 ÉVALUATION DES INCERTITUDES

**Facteurs d'émissions**

Voir la discussion sur l'incertitude des facteurs d'émissions à la section 7.2.1.3

L'incertitude relative à la teneur en carbone du couvert végétal avant la conversion, affectée par l'ancienne affectation des terres, devra être incluse dans l'évaluation des incertitudes des estimations du CO<sub>2</sub>. La distribution de probabilité de l'incertitude des émissions sera probablement non normale, en conséquence on suppose un intervalle de 95 % d'une distribution log-normale comme incertitude par défaut (voir tableaux 7.4 et 7.6). Il est recommandé d'utiliser cette plage plutôt qu'un écart type symétrique.

**Données sur les activités**

Les agences fournissant les données sur les superficies devraient avoir des informations sur les incertitudes relatives aux superficies ; sinon les données d'incertitude par défaut associées aux conseils sur l'estimation des superficies donnés au chapitre 3 pourront être utilisées.

## 7.3 TERRES INONDEES

On définit les terres inondées comme des masses d'eau ayant subi des modifications anthropiques relatives à la quantité de superficie de surface couverte d'eau, souvent par la régulation du niveau de l'eau. Parmi les terres inondées, on compte les réservoirs permettant de produire de l'électricité hydrique, l'irrigation et la navigation. Les lacs et fleuves administrés n'ayant pas subi de modifications substantielles en termes de superficie d'eau par rapport à l'écosystème avant l'inondation ne sont pas considérés comme des terres inondées. Certaines rizières sont cultivées en inondant les terres, mais en raison des caractéristiques uniques de la riziculture, les rizières sont traitées séparément au chapitre 5 (*Terres cultivées*) des présentes *Lignes directrices*.

Les terres inondées peuvent émettre du CO<sub>2</sub>, du CH<sub>4</sub> et du N<sub>2</sub>O en quantités significatives, en fonction de diverses caractéristiques comme l'âge, l'affectation des terres avant l'inondation, le climat et les pratiques de gestion. Les émissions varient en temps et en espace.

Bien qu'on ait les preuves de l'augmentation des émissions de CH<sub>4</sub> en raison des inondations dans les tropiques, la variabilité temporelle et spatiale élevée des émissions de CH<sub>4</sub> signifie que pour l'instant on n'a pas encore pu

développer de facteurs d'émissions par défaut pour toutes les régions climatiques. Les informations disponibles sur les émissions de CH<sub>4</sub> se trouvent à l'appendice 3.

Les émissions d'oxyde nitreux des terres inondées sont généralement très faibles, à moins qu'il y ait des entrées significatives d'azote organique ou inorganique en provenant du bassin versant. Ces entrées seront probablement dues à des activités anthropiques comme les changements d'affectation des terres, le traitement des eaux usées ou l'apport d'engrais dans le bassin-versant. Pour éviter tout double comptage d'émissions de N<sub>2</sub>O déjà capturées dans le budget de gaz à effet de serre de ces sources anthropiques, et en raison de la très faible contribution des émissions de N<sub>2</sub>O des terres inondées telles que recherchées dans de précédentes études, la présente section ne comptabilise pas ces émissions.

### 7.3.1 Terres inondées restant terres inondées

Aucune méthodologie n'est fournie pour les *terres inondées restant terres inondées*. On suppose, comme expliqué ci-dessus, que les émissions de CO<sub>2</sub> et de N<sub>2</sub>O des terres inondées sont déjà couvertes par les méthodologies décrites à d'autres secteurs. La méthodologie par défaut pour les terres converties en terres inondées fournit des recommandations pour l'estimation des émissions de CO<sub>2</sub> dues aux inondations. L'appendice 3 présente les informations disponibles sur les émissions de CH<sub>4</sub>, mais il n'est actuellement pas possible de recommander de méthodologie par défaut. Les pays cherchant à inclure les émissions de CH<sub>4</sub> des terres inondées devront si possible développer leurs propres facteurs d'émissions. Des recommandations sur le calcul de ces facteurs sont fournies à l'appendice 2, encadré 2a.1.

### 7.3.2 Terres converties en terres inondées

La présente section ne fournit des recommandations que pour l'estimation des émissions de CO<sub>2</sub> des *terres converties en terres inondées*, pour les raisons évoquées ci-dessus.

#### 7.3.2.1 ÉMISSIONS DE CO<sub>2</sub> DES TERRES CONVERTIES EN TERRES INONDEES

##### CHOIX DE LA METHODE ET DES FACTEURS D'EMISSIONS

La méthode d'estimation des variations des stocks de carbone dues à la conversion de terres en terres inondées de manière permanente est présentée à l'équation 7.10. Le stock de carbone de la terre avant la conversion peut être estimé en suivant la méthode proposée pour la biomasse vivante, décrite aux diverses catégories d'affectation des terres à d'autres sections du présent volume. On suppose ici que le stock de carbone est nul après la conversion.

**ÉQUATION 7.10**  
**VARIATIONS ANNUELLES DES STOCKS DE CARBONE DE LA BIOMASSE VIVANTE DES TERRES**  
**CONVERTIES EN TERRES INONDEES DE MANIERE PERMANENTE**

$$\Delta C_{TH\_Inondées_{BV}} = \left[ \sum_i S_i \cdot (B_{Après_i} - B_{Avant_i}) \right] \cdot FC$$

$$CO_{2\_TH\_Inondées} = \Delta C_{TH\_Inondées_{BV}} \cdot \frac{-44}{12}$$

Où :

$\Delta C_{TH\_Inondées_{BV}}$  = variations annuelles des stocks de carbone de la biomasse des *terres converties en terres inondées*, tonnes C an<sup>-1</sup>

$S_i$  = superficie de terre convertie annuellement en terres inondées à partir de l'affectation des terres originale  $i$ , ha an<sup>-1</sup>

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

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

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

$CO_{2\_TH\_Inondées}$  = émissions de CO<sub>2</sub> annuelles des *terres converties en terres inondées*, tonnes CO<sub>2</sub> an<sup>-1</sup>

Le carbone restant sur la terre convertie avant l'inondation pourra être émis pendant plusieurs années après l'inondation.

Pour l'instant, aucune recommandation n'est fournie sur les variations des stocks de carbone des sols dues à la conversion de terres en terres inondées.

Avec la méthode de variations des stocks, on suppose que tout le carbone de la biomasse existant avant l'inondation est émis ; on peut donc avoir des surestimations. On encourage les pays à élaborer des méthodes de niveau plus élevé spécifiques au pays basées sur des modèles, des mesures et paramètres associés. L'appendice 2 présente une approche possible. Des recommandations génériques sur l'élaboration de méthodes spécifiques au pays basées sur des modèles et des mesures sont données à la section 2.5 du chapitre 2.

Les émissions de gaz sans CO<sub>2</sub> des *terres converties en terres inondées* sont couvertes dans l'appendice 3.

## **CHOIX DES DONNEES SUR LES ACTIVITES**

Les pays peuvent obtenir leur superficie de terres inondées à partir d'analyses de la couverture des bassins-versants, de bases de données nationales sur les barrages, des données de la Commission internationale des grands barrages (ICOLD, 1998) ou du rapport de la Commission mondiale des grands barrages (WCD, 2000).

### **7.3.2.2 ÉMISSIONS SANS CO<sub>2</sub> DES TERRES CONVERTIES EN TERRES INONDEES**

Les informations disponibles sur les émissions de CH<sub>4</sub> des *terres converties en terres inondées* se trouvent à l'appendice 3.

### **7.3.2.3 ÉVALUATION DES INCERTITUDES**

Il devrait exister des informations statistiques nationales sur les superficies inondées et retenues par de grands barrages (> 100 km<sup>2</sup>) ; celles-ci seront probablement exactes dans une plage de 10 pour cent. Lorsqu'on ne dispose pas d'une base de données nationale sur les barrages, et qu'on utilise d'autres informations, la superficie de terres inondées retenue par des barrages présentera probablement une incertitude de plus de 50 pour cent, surtout pour les pays ayant de grandes superficies de terres inondées. Il pourra aussi être difficile d'obtenir des informations précises sur l'emplacement, le type et la fonction de barrages plus petits ; néanmoins on pourra effectuer des déductions statistiques en fonction de la distribution des tailles des réservoirs pour lesquels on dispose d'informations. Les réservoirs sont créés à diverses fins, qui influencent la disponibilité des données ; en conséquence l'incertitude relative à la superficie de surface dépendra des conditions spécifiques au pays.

L'incertitude relative aux stocks de biomasse est présentée aux chapitres 4, 5 et 6.

## **7.4 EXHAUSTIVITE, COHERENCE DE LA SERIE TEMPORELLE ET AQ/CQ**

### **7.4.1 Exhaustivité**

Les inventaires des gaz à effet de serre exhaustifs incluront des estimations des émissions des deux types de terres humides gérées décrites aux sections 7.2 et 7.3 ci-dessus, à moins que ces types de terres humides n'existent pas sur le territoire national.

Comme pour d'autres catégories de terres, on encourage les pays à surveiller le devenir des terres humides gérées, et à éviter tout double comptage avec des terres d'autres catégories. Selon les *bonnes pratiques*, on documentera toutes les superficies de réservoirs. Une fois que les tourbières sont soumises à l'extraction de tourbe, elles restent des tourbières gérées même après la cessation des activités d'extraction de tourbe, jusqu'à ce qu'elles soient converties en une autre affectation. La réhumidification des sols ou le retour de la nappe phréatique à ses niveaux d'avant le drainage ne change pas le statut des tourbières. Voir à la section 7.5 *Développement méthodologique futur*, une discussion supplémentaire relative aux tourbières restaurées.

Les pays ayant choisi des méthodes et des données avancées devront veiller à ne pas inclure des émissions de gaz à effet de serre déjà comptabilisées dans d'autres chapitres AFAT, ou dans d'autres volumes des présentes *Lignes directrices*. Par exemple, les terres humides peuvent recevoir des effluents de sources non ponctuelles et des sédiments à forte teneur en nutriments ; le N organique et inorganique et le C organique émis de ces terres

humides pourra avoir été déjà inclus dans les méthodologies d'estimation des terres forestières ou des terres cultivées, voire dans le secteur *Déchets*. Lorsqu'on sait qu'il existe des sources non ponctuelles de carbone ou d'azote sur les terres humides, on veillera, conformément aux *bonnes pratiques*, à inclure les émissions de gaz à effet de serre associées dans les secteurs et catégories de l'inventaire correspondants ; on encourage les pays à développer, compiler ou utiliser les informations disponibles afin d'éviter tout biais dans l'estimation.

## 7.4.2 Développement d'une série temporelle cohérente

Les recommandations générales sur la cohérence des séries temporelles se trouvent au chapitre 5, volume 1 (*Cohérence des séries temporelles*). La méthode d'estimation des émissions doit être appliquée de manière cohérente à chaque année de la série temporelle, au même niveau de désagrégation spatiale. En outre, lorsqu'on emploie des données spécifiques au pays, les agences chargées des inventaires nationaux devront utiliser le même protocole de mesures (stratégie d'échantillonnage, méthode, etc.) pendant toute la série temporelle. Si ce n'est pas possible, les recommandations sur les techniques d'interpolation et de recalculs fournies au chapitre 5, volume 1 devront être suivies. Les différences en termes d'émissions entre les années d'inventaires devront être expliquées avec des facteurs d'émissions mis à jour, par exemple en démontrant les variations des superficies de tourbières ou terres inondées.

## 7.4.3 Assurance de la qualité et contrôle de la qualité (AQ/CQ)

Comme l'explique le chapitre 6, volume 1, du présent rapport, des procédures d'assurance de la qualité/contrôle de la qualité (AQ/CQ) devront être élaborées et mises en place. Des vérifications additionnelles du contrôle de la qualité spécifique aux catégories et des procédures d'assurance de la qualité peuvent aussi être applicables (chapitre 6, volume 1), en particulier si des méthodes de niveaux supérieurs sont utilisées pour déterminer les émissions à partir de cette catégorie source. Lorsqu'on utilise des facteurs d'émissions spécifiques au pays, ceux-ci devront se baser sur des données expérimentales de grande qualité, développées à l'aide d'un programme de mesures rigoureux, et documentées de manière adéquate.

Il n'est à présent pas possible de vérifier par recoupement avec d'autres méthodes de mesures les estimations des émissions des sols organiques gérés pour l'extraction de tourbe. Toutefois, l'agence chargée de l'inventaire devra veiller à ce que la qualité des estimations d'émissions soit contrôlée, en mettant en place les mesures suivantes :

- référencement par recoupement des facteurs d'émissions spécifiques au pays inclus dans les rapports avec des valeurs par défaut et des valeurs publiées dans des études scientifiques ou utilisées par d'autres pays ;
- vérification de l'exactitude des données sur les activités par rapport aux données de l'industrie de la tourbe et sur la production de tourbe ; et
- évaluation de la plausibilité des estimations par rapport à celle d'autres pays aux circonstances comparables.

## 7.4.4 Établissement de rapports et documentation

Il est recommandé de documenter et d'archiver toutes les informations requises pour produire les estimations d'inventaire d'émissions nationales, comme souligné dans le chapitre 8 du volume 1 des présentes *Lignes directrices*.

### FACTEURS D'ÉMISSIONS

Il faudra décrire et documenter entièrement la base scientifique utilisée pour l'élaboration de nouveaux facteurs d'émissions, paramètres et modèles spécifiques au pays. Seront incluses la définition des paramètres d'entrées et la description du processus de dérivation des modèles, facteurs d'émissions et paramètres, ainsi que la description des sources d'incertitude.

### DONNEES SUR LES ACTIVITES

On devra prendre note de toutes les sources des données sur les activités utilisées pour les calculs (sources des données, bases de données et références cartographiques des sols), en plus de toutes les communications entreprises avec l'industrie (en respectant la confidentialité). La documentation devra couvrir la fréquence de collecte et d'estimation des données, et des estimations de l'exactitude et de la précision, ainsi que les raisons des variations importantes des niveaux d'émissions.



## ANALYSE DES TENDANCES

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 facteurs d'émissions, des paramètres et des méthodes d'une année sur l'autre, et expliquer les raisons de ces variations. Si l'on a utilisé différents facteurs d'émissions, paramètres ou méthodes pour différentes années, il faudra expliquer et documenter les motifs de ce choix.

## 7.5 FUTURE METHODOLOGIE A DEVELOPPER

D'autres types de terres humides gérées peuvent émettre ou séquestrer des quantités significatives de gaz à effet de serre, notamment les terres humides restaurées ou construites. Les terres humides restaurées sont des terres humides qui ont été drainées et éventuellement converties à d'autres utilisations de par le passé, mais qui ont récemment été restaurées pour revenir à un écosystème de terres humides en fonctionnement, en élevant la nappe phréatique au niveau existant avant le drainage. Ces dernières années, dans de nombreux pays des programmes publics, non lucratifs, ou autres ont commencé à restaurer d'anciennes terres humides et à en construire d'autres sur des terres hautes. Premier objectif, réduire l'écoulement des champs d'agriculture et les établissements, qui entraîne une eutrophisation, la prolifération d'algues et l'existence de zones hypoxiques mortes dans les lacs, estuaires et mers et baies fermées. D'autres avantages importants incluent la réduction des dommages causés par les inondations, la stabilisation des côtes et des deltas, la retardation de l'infiltration d'eau salée, le rechargement des aquifères et l'amélioration des habitats de la faune, des oiseaux aquatiques et des poissons.

La plupart des restaurations opérationnelles de terres humides ont eu lieu depuis les années 1990. Des programmes ou projets dans une quinzaine de pays sont décrits dans les recherches techniques déjà publiées, en Amérique du Nord, Europe, Asie, Australie et Nouvelle Zélande, et concernent surtout les deltas de fleuves. Les recherches effectuées tendent à prouver qu'il est possible de restaurer les écosystèmes des terres humides, mais sur des périodes de temps variables et avec des ressemblances également variables aux écosystèmes de terres humides naturels. Il n'existe actuellement aucune compilation des superficies mondiales de restauration et construction de terres humides. Selon le rapport spécial du GIEC sur l'*Utilisation des terres, les changements d'affectation des terres et la foresterie*, la superficie maximum disponible à la restauration se situerait entre 30 et 250 Mha (Watson *et al.*, 2000).

Au moment de la préparation des présentes *Lignes directrices*, les études publiées basées sur des données d'observations étaient encore trop récentes et limitées pour pouvoir développer des facteurs d'émissions par défaut pour les principaux gaz à effet de serre – CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> ou N<sub>2</sub>O. Il faudra obtenir une meilleure compréhension des flux biogéochimiques dans les bassins-versants pour être sûr d'éviter tout double comptage en raison de l'apport d'engrais et du traitement des déchets. Par conséquent, l'estimation des émissions et absorptions de gaz à effet de serre des terres humides restaurées et construites reste un domaine à développer.

La réhumidification des sols organiques devrait entraîner une augmentation des émissions de CH<sub>4</sub>. On a, comme première approximation des émissions de CH<sub>4</sub> sur des sols organiques réhumidifiés dotés d'un couvert forestier, une plage de 0 à 60 kg CH<sub>4</sub> ha<sup>-1</sup> an<sup>-1</sup> dans les climats boréaux et tempérés, et de 280 à 1260 kg CH<sub>4</sub> ha<sup>-1</sup> an<sup>-1</sup> dans les climats tropicaux (Bartlett et Harriss, 1993). Néanmoins, sur le court terme ces émissions pourraient ne pas revenir à leur niveau pré-drainage (Tuittila *et al.*, 2000 ; Komulainen *et al.*, 1998).

On manque également de recherches sur les influences des sources non ponctuelles de nutriments vers les terres inondées (réservoirs). Les pays ayant choisi des approches avancées et personnalisées devront effectuer des vérifications par recoupement sectoriel, si possible à l'aide du bilan massique, afin de s'assurer qu'ils ont bien pris en compte le devenir de tout le carbone et tout l'azote émis dans le bassin-versant. On note des lacunes au niveau des données d'observation sur les réservoirs asiatiques utilisés dans les échantillons de données pour le développement des facteurs d'émissions des terres inondées. Les éditions futures des présentes *Lignes directrices* pourraient éventuellement incorporer des informations supplémentaires sur cette région.

## Références

### SECTION 7.2 : TOURBIERES GERÉES OU EN COURS DE CONVERSION A DES FINS D'EXTRACTION DE TOURBE

- Alm, J., Saario, S., Nykänen, H., Silvola, J. and Martikainen, P.J. (1999). Winter CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, and N<sub>2</sub>O fluxes on some natural and drained boreal peatlands. *Biogeochemistry* **44**: 163-186.
- Bartlett, K.B. and Harriss, R.C. (1993). Review and assessment of methane emissions from wetlands. *Chemosphere* **26**:261-320.
- Canadian Sphagnum Peat Moss Association (2004). Harvesting Peat in Canada <http://www.peatmoss.com/>
- Cicerone, R.J. and Oremland, R.S. (1988). Biogeochemical aspects of atmospheric methane. *Global Biogeochemical Cycles* **2**: 288-327.
- Cleary, J., Roulet, N.T. and Moore, T.R. (2005). Greenhouse gas emissions from Canadian peat extraction, 1990-2000: A life-cycle analysis. *Ambio* **34**(6):456-461.
- IPCC (2003). Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry. Penman J., Gytarsky M., Hiraiishi 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.
- International Peat Society (2004). Environmental Assessment of Peat Production [www.peatsociety.fi](http://www.peatsociety.fi)
- Joosten, H. (2004). The IMCG Global Peatland Database. <http://www.imcg.net/gpd/>
- Joosten, H. and Clarke, D. (2002). Wise Use of Mires and Peatlands. International Mire Conservation Group and International Peat Society, Saarijarvi, Finland, 304 p.
- Klemetsson, L., Von Arnold, K., Weslien, P. and Gundersen, P. (2005). Soil CN ratio as a scalar parameter to predict nitrous oxide emissions. *Global Change Biology* **11**:1142-1147
- Komulainen, V.-M., Nykänen, H., Martikainen, P.J. and Laine, J. (1998). Short-term effect of restoration on vegetation change and methane emissions from peatlands drained for forestry in Southern Finland. *Can. J. For. Res.* **28**:402-411.
- Komulainen, V.-M., Tuittila, E.-S., Vasander, H. and Laine, J. (1999). Restoration of drained peatlands in southern Finland : initial effects on vegetation change and CO<sub>2</sub> balance. *J. Appl. Ecol.* **36**:634-648.
- Laine, J. and Minkkinen, K. (1996). Effect of forest drainage on the carbon balance of a mire--a case study. *Scandinavian Journal of Forest Research.* **11**: 307-312.
- Laine, J., Silvola, J., Tolonen, K., Alm, J., Nykänen, H., Vasander, H., Sallantausta, T., Savolainen, I., Sinisalo, J. and Martikainen, P.J. (1996). Effect of water-level drawdown on global climatic warming--northern peatlands. *Ambio.* **25**: 179-184.
- Lappalainen, E. (1996). Global Peat Resources. International Peat Society Saarijarvi, Finland, 368 p.
- LUSTRA (2002). Land-use Strategies for Reducing Net Greenhouse Gas Emissions. Annual Report 2002 Uppsala, Sweden. 162 p.
- Martikainen, P.J., Nykänen, H., Alm, J. and Silvola, J. (1995). Change in fluxes of carbon dioxide, methane, and nitrous oxide due to forest drainage of mire sites of different trophic level. *Plant and Soil* **169**: 571-577.
- Minkkinen, K., Korhonen, R., Savolainen, I. and Laine, J. (2002). Carbon balance and radiative forcing of Finnish peatlands 1990-2100 the impact of forestry drainage. *Global Change Biology* **8**: 785-799.
- Mitsch, W.J. and Gosselink, J.G. (2000). Wetlands. 3rd ed., Wiley, New York, 920 p.
- Moore, T.R. and Knowles, R. (1989). The influence of water table levels on methane and carbon dioxide emissions from peatland soils. *Canadian Journal of Soil Science* **69** (1): p. 33-38.
- Nilsson, K. and Nilsson, M. (2004). The Climate Impact of Energy Peat Utilisation in Sweden--the Effect of Former Land-Use and After Treatment. IVL Swedish Environmental Research Institute. Report B1606. Stockholm, 91 p.
- Petrone, R.M., Waddington, J.M. and Price, J.S. (2003). Ecosystem-scale flux of CO<sub>2</sub> from a restored vacuum harvested peatland. *Wetlands Ecology and Management* **11**:419-432.
- Ramsar (1996). The Ramsar Convention definition of "wetland" and classification system for wetland type. Appendix A of Strategic framework and guidelines for the future development of the list of wetlands of

- international Importance of the Convention on Wetlands (Ramsar, Iran, 1971). Available at [www.ramsar.org/key\\_guide\\_list\\_e.htm](http://www.ramsar.org/key_guide_list_e.htm).
- Regina, K., Nykänen, H., Silvola, J. and Martikainen, P.J. (1996). Fluxes of nitrous oxide from boreal peatlands as affected by peatland type, water table level and nitrification capacity. *Biogeochemistry* **35**: 401-418.
- Sirin, A and Minayeva, T. eds (2001). Peatlands of Russia: towards the analyses of sectoral information GEOS, Moscow, 190 pp. (in Russian).
- Strack, M., Waddington, J.M. and Tuittila, E.-S. (2004). Effect of water table drawdown on northern peatland methane dynamics: implications for climate change. *Global Biogeochemical Cycles* **18**, GB4003.
- Sundh, I., Nilsson, M., Mikkala, C., Granberg, G. and Svensson, B.H. (2000). Fluxes of methane and carbon dioxide on peat-mining areas in Sweden. *Ambio*. **29**: 499-503.
- US Geological Survey (2004). US Minerals Yearbook. [www.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/peat](http://www.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/peat)
- Waddington, J.M. and McNeil, P. (2002). Peat oxidation in an abandoned cutover peatland. *Can.J.Soil Sci.* **82**:279-286.
- Waddington, J.M., Warner, K.D. and Kennedy, G.W. (2002). Cutover peatlands: a persistent source of atmospheric CO<sub>2</sub>. *Global Biogeochemical Cycles* **16**(1) 10:1029é2001GB001398
- Waddington, J.M. and Price, J.S. (2000). Effect of peatland drainage, harvesting, and restoration on atmospheric water and carbon exchange. *Physical Geography* **21**(5):433-451.
- Watson, R.T., Noble, I.R., Bolin, B., Ravindranath, N.H., Verardo D.J. and Dokken D.J. (Eds.) (2000). Special Report of the IPCC on Land Use, Land-Use Change, and Forestry. Cambridge University Press, UK. pp 375
- World Energy Council (2004). <http://www.worldenergy.org/wec-geis/publications/reports/ser/peat/peat.asp>
- SECTION 7.3 : TERRES INONDEES**
- Bartlett, K.B. and Harriss, R.C. (1993). Review and assessment of methane emissions from wetlands. *Chemosphere* **26**:261-320.
- International Commission on Large Dams (ICOLD) (1998). World register of Dams 1998. Paris. International Committee on large Dams (Ed.). Metadatabase.
- Komulainen, V-M., Tuittila, E-S., Vasander, H. and Laine, J. (1999). Restoration of drained peatlands in southern Finland : initial effects on vegetation change and CO<sub>2</sub> balance. *J. Appl. Ecol.* **36**:634-648.
- Tuittila, E-S., Komulainen, V-M., Vasander, H., Nykänen, H., Martikainen, P.J. and Laine, J. (2000). Methane dynamics of a restored cut-away peatland. *Global Change Biology*, **6**: 569
- Watson, R.T., Noble, I.R., Bolin, B., Ravindranath, N.H., Verardo, D.J. and Dokken, D.J. (Eds.) (2000). Special Report of the IPCC on Land Use, Land-Use Change, and Forestry. Cambridge University Press, UK. pp 375
- WCD (2000). Dams and Development a new framework for Decision-Making, The report of the World Commission on Dams, Earthscan Publications Ltd, London and Sterling, VA, 356 p.