



# Formation sur les inventaires des GES issues du secteur Agriculture, Foresterie et autres Affectations de Terres (AFAT) selon les directrices du GIEC 2006

## La biomasse vivante et la matière organique morte

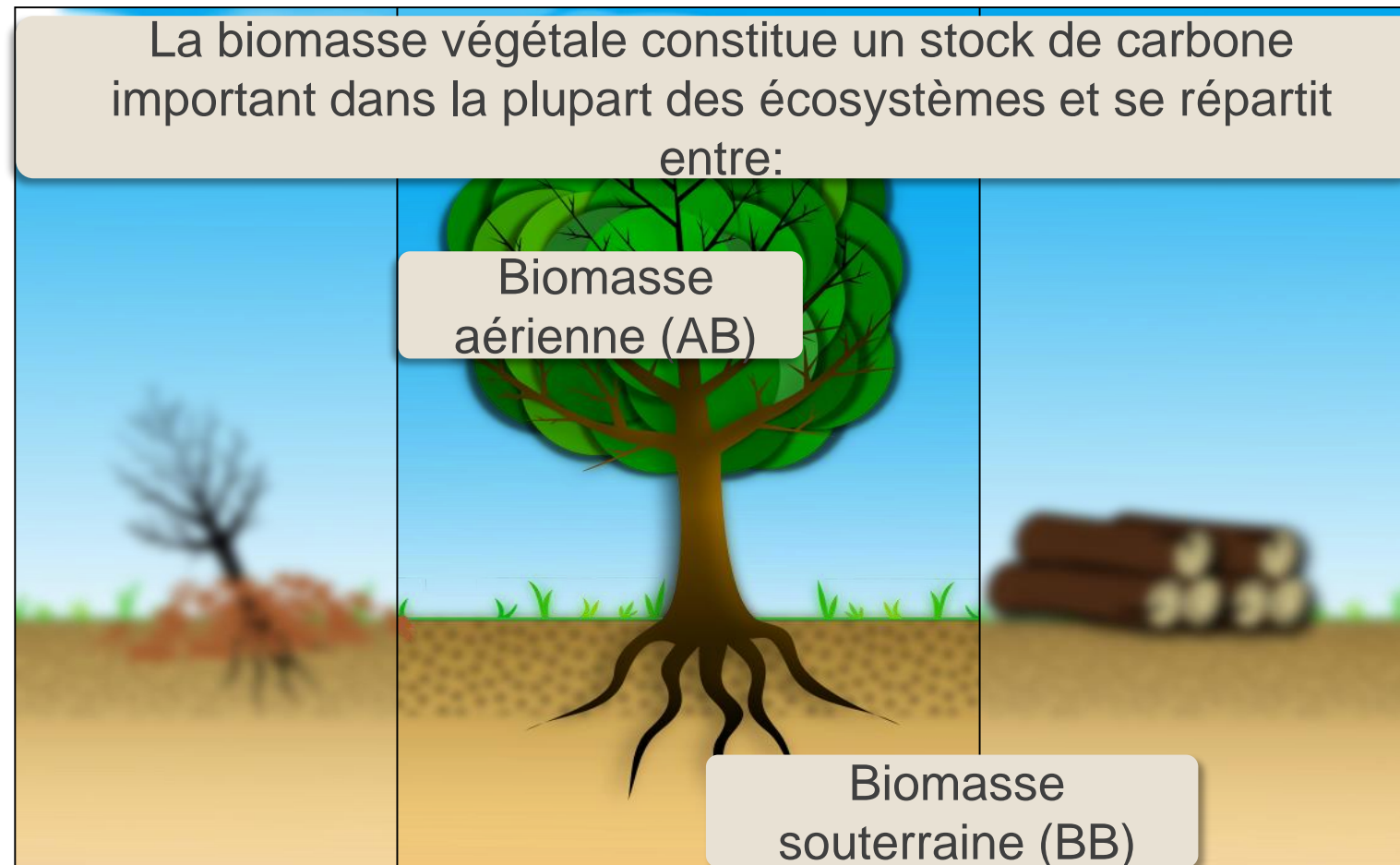
Paolo Prospero  
(FAO)

Programme pour la Mitigation des Changements Climatiques en Agriculture (MICCA)

Présentation basée sur la formation en ligne de la FAO "Building a sustainable national greenhouse gas inventory for Agriculture, Forestry and Other Land Use", "The national greenhouse gas inventory for Land Use", et sur le Matériel de Formation pour les inventaires de GES du Consultative Group of Experts (CGE)

## Variations des stocks de C de la biomasse vivante

La biomasse vivante (LB) est la matière organique accumulée dans les tissus de la végétation à partir des processus de croissance des plantes.



Les raisons des changements substantiels de stock de carbone dans LB sont:



Croissance des arbres



Perturbations naturelles



Récolte

La matière organique peut faire partie d'une biomasse annuelle (par exemple herbacée) ou pérenne (par exemple du bois).

Les méthodes du GIEC se concentrent sur les changements de stock de C dans la biomasse pérenne, en particulier dans le bois des arbres, qui peuvent accumuler de grandes quantités de carbone au cours de leur durée de vie.

Pour la biomasse herbacée, les absorptions de CO<sub>2</sub> dues à la croissance sont supposées équilibrées dans l'année par les émissions de CO<sub>2</sub> provenant de la décomposition, rendant la variation annuelle nette du stock de carbone nulle. Ceci à moins que des changements dans l'affectation et la gestion des terres se produisent. Dans un tel cas, a variation de C annuelle moyenne peut être calculée comme un gain net de stock C ou une perte nette de stock C selon le type de conversion de terrain.

## Variations des stocks de C de la biomasse vivante - terres restantes



La méthode IPCC par défaut (Niveau 1) pour estimer les changements de stock de biomasse C (aérienne et souterraine) dans les terres restantes dans une catégorie d'affectation des terres est formulée en utilisant l'équation ci-dessous.

$$\Delta C_B = \Delta C_G - \Delta C_L$$

[Equation 2.7](#)

$$\Delta C_G$$



$$\Delta C_G = \sum_{i,j} (A_{i,j} \times G_{TOTAL_{i,j}} \times CF_{i,j})$$

[Equation 2.9](#)

$$\Delta C_L$$



$$\Delta C_L = L_{wood-removals} + L_{fuelwood} + L_{disturbance}$$

[Equation 2.11](#)

## Variations des stocks de C de la biomasse vivante - terres restantes



Avec la méthode gain-perte au niveau 1, l'augmentation annuelle de la biomasse vivante est calculée en utilisant les taux de croissance de la biomasse et la superficie pour chaque type d'affectation des terres et chaque strate (par exemple: zone climatique, zone écologique, type de végétation). Ces éléments forment l'équation 2.9.

$$\Delta C_G = \sum_{i,j} (A_{i,j} \times G_{TOTAL_{i,j}} \times CF_{i,j})$$

[Equation 2.9](#)

$G_{TOTAL}$ : croissance annuelle moyenne de la biomasse totale pour un type spécifique de végétation ligneuse, w  
i, j: zone écologique et climatique respectivement  
CF: fraction de carbone



$$G_{TOTAL} = \sum G_W \times (1 + R)$$

[Equation 2.10](#)

$G_W$ : croissance annuelle moyenne de la biomasse aérienne pour un type de végétation ligneuse spécifique w (valeurs par défaut: tableau 4.12)  
R: rapport entre la biomasse souterraine et la biomasse aérienne différenciée selon le type de végétation (valeurs par défaut: tableau 4.4).



Veillez noter qu'au niveau 1, le  $\Delta C$  de la biomasse souterraine dans la catégorie «terres forestières restant terres forestières» est supposée être zéro.



## Variations des stocks de C de la biomasse vivante - terres restantes



Pertes de stock de LB C associées aux prélèvements de bois rond:

$L_{wood-removals}$

$$\Delta C_L = L_{wood-removals} + L_{fuelwood} + L_{disturbance}$$

[Equation 2.11](#)

$$L_{wood-removals} = \{H \times BCEF_R \times (1 + R)\} \times CF$$

[Equation 2.12](#)

- $L_{wood-removals}$ : perte de carbone due à l'enlèvement du bois, tonnes C an<sup>-1</sup>
- H: prélèvements annuels de bois ronds, m<sup>3</sup> an<sup>-1</sup>
- R: rapport entre biomasse souterraine et aérienne, tonne d.m. biomasse souterraine (tonne de biomasse aérienne)<sup>-1</sup>
- $BCEF_R$ : Conversion de la biomasse et facteur d'expansion pour le bois rond extrait de la forêt, récolte de la biomasse en tonnes (m<sup>3</sup> de récolte)<sup>-1</sup>
- CF: fraction de carbone dans la biomasse, tonne C (tonne d.m.)<sup>-1</sup>



Si les données spécifiques au pays sur les prélèvements de bois ronds (H) ne sont pas disponibles, les données de la FAO devraient être utilisées. Cependant, les données de la FAO excluent l'écorce, tandis que les FBCB (ainsi que le BEF) sont construits pour le bois rond, y compris l'écorce. Pour étendre les données de la FAO au bois rond, y compris l'écorce, le facteur d'expansion 1.15 est appliqué. Une fois élargies à l'écorce de bois rond, les données de la FAO peuvent être utilisées dans l'équation 2.12.

## Variations des stocks de C de la biomasse vivante - terres restantes



Pertes de stock LB C associées à la collecte de bois de feu:

$L_{fuelwood}$

$$\Delta C_L = L_{wood-removals} + L_{fuelwood} + L_{disturbance}$$

[Equation 2.11](#)

$$L_{fuelwood} = [\{FG_{Trees} \times BCEF_R \times (1 + R)\} + FG_{Part} \times D] \times CF$$

[Equation 2.13](#)

- $L_{fuelwood}$ : perte de carbone due aux prélèvements du bois de chauffage, tonnes C yr<sup>-1</sup>
- $FG_{Trees}$ : Volume annuel de bois de chauffage d'arbres entiers, m<sup>3</sup> an<sup>-1</sup> (se réfère au volume de bois de feu produit par la récolte de l'arbre entier)
- $BCEF_R$ : Facteur de conversion et d'expansion de la biomasse pour le bois de feu, en tonnes de biomasse récolte (m<sub>3</sub> récolte)<sup>-1</sup>
- $R$ : Ratio de la biomasse souterraine et aérienne, tonne d.m. biomasse souterraine (biomasse aérienne tonne d.m.)<sup>-1</sup>
- $FG_{Part}$ : Volume annuel de bois de chauffage des parties d'arbres, m<sup>3</sup> yr<sup>-1</sup> (se réfère au volume de bois de feu produit en récoltant une partie des arbres (branches, la partie supérieure de la tige) résultant de la récolte de bois rond données sur le bois rond)
- $D$ : la densité de base du bois, tonnes d.m. m<sup>-3</sup>
- $CF$ : fraction de carbone dans la biomasse, tonne C (tonne d.m.)<sup>-1</sup>



Les statistiques nationales sur la récolte de bois peuvent indiquer à la fois les prélèvements de bois rond et de bois de feu. Dans un tel cas, la récolte de bois doit être répartie selon les équations 2.12 et 2.13, selon un indicateur disponible (c'est-à-dire les statistiques sur la bioénergie du bois) ou un jugement d'expert afin de calculer les pertes de stock de C.

## Variations des stocks de C de la biomasse vivante - terres restantes



LB Pertes de stock C dues aux perturbations:

$L_{fuelwood}$

$$\Delta C_L = L_{wood-removals} + L_{fuelwood} + L_{disturbance}$$

[Equation 2.11](#)

$$L_{Disturbance} = \{A_{Disturbance} \times B_W \times (1 + R) \times CF \times fd\}$$

[Equation 2.14](#)

- $L_{Disturbance}$ : Perte de stock de C associée aux perturbations, tonnes, tonnes C yr<sup>-1</sup>
- $A_{Disturbance}$ : Zone affectée par la perturbation, ha yr<sup>-1</sup>
- $B_W$ : Biomasse aérienne moyenne affectée par la perturbation tonnes d.m. ha<sup>-1</sup>
- R: rapport racine-tige
- CF: fraction de carbone dans la biomasse, tonne C (tonne d.m.)<sup>-1</sup>
- fd: Fraction de biomasse perdue en perturbations, elle définit la proportion de biomasse qui sort du bassin de biomasse, en fonction du niveau: elle sera directement émise dans l'atmosphère (Niveau 1) ou transférée vers un autre bassin (bois mort) ou bois récolté des produits (autres niveaux).

## Variations des stocks de C de la biomasse vivante - terres restantes



À des niveaux supérieurs, il est recommandé de compiler tous les changements de stock de carbone (transferts de stock C et émissions C) dans une matrice de perturbation afin de représenter systématiquement tous les changements de stocks de carbone associés aux perturbations.

### Exemple de matrice de perturbation

Tableau 2.1

de:	à:	Biomasse aérienne	Biomasse souterraine	Bois mort	Litière	Matière morte du sol	HWP	Atmo-sphère	Somme (1)
Biomasse aérienne	A		B	C	D	E	F	1	
Biomasse souterraine								1	
Bois mort								1	
Litière								1	
Matière morte du sol								1	

Entrez la proportion de chaque pool sur le côté gauche de la matrice qui est transférée à la piscine en haut de chaque colonne. Tous les pools du côté gauche de la matrice doivent être entièrement remplis et les valeurs de chaque ligne doivent être égales à 1.

Les transitions impossibles sont occultées.



## Variations des stocks de C de la biomasse vivante - terres restantes



Le facteur de conversion et d'expansion de la biomasse (BCEF) est une variable nécessaire pour calculer les gains et les pertes sur les stocks de carbone à partir de la LB, comme on l'a vu dans les équations précédentes. Les lignes directrices 2006 du GIEC fournissent trois types de BCEF et leurs valeurs par défaut ([see table 4.5](#)).

**BCEF<sub>R</sub>** est utilisé pour la conversion du volume d'enlèvement du bois et du bois de feu en élimination de la biomasse aérienne. Comme nous l'avons vu, cette valeur est utilisée pour calculer les pertes de stock LB C associées aux prélèvements de bois (équation 2.12) et au bois de feu (équation 2.13).

En plus d'avoir des valeurs IPCC par défaut, il peut être calculé en utilisant l'équation suivante.

$$BCEF_{R_{i,j}} = BEF_{R_{i,j}} \times D$$

**BCEF<sub>S</sub>** est utilisé pour l'expansion du volume du matériel sur pied commercialisable vers la biomasse aérienne.

Les valeurs du stock de biomasse aérienne fournies par le GIEC sont déjà exprimées en tonnes sèches et n'ont donc pas besoin d'être étendues et converties par l'application de BCEF<sub>S</sub>.

**BCEF<sub>I</sub>** est utilisé pour la conversion de l'accroissement annuel net en accroissement de la biomasse aérienne.

Les valeurs d'accroissement net de la biomasse aérienne fournies par le GIEC sont déjà exprimées en tonnes sèches et n'ont donc pas besoin d'être étendues et converties par l'application de BCEF<sub>I</sub>.

## Variations des stocks de C de la biomasse vivante - terres restantes



Le facteur de conversion et d'expansion de la biomasse (FECB) est une variable nécessaire pour calculer les gains et les pertes sur les stocks de carbone à partir de la LB, comme on l'a vu dans les équations précédentes. Les lignes directrices 2006 du GIEC fournissent trois types de BCEF et leurs valeurs par défaut ([see table 4.5](#))

### Utilisant des valeurs BCEF<sub>s</sub> pour le forêts

Pour récupérer la valeur appropriée pour R (par exemple, pour calculer G<sub>Total</sub>) en forêt, il est nécessaire de connaître la biomasse aérienne totale (tonnes de matière sèche ha<sup>-1</sup>). Dans le cas où les informations disponibles sur la quantité de biomasse dans les terres se réfèrent au volume (m<sub>3</sub>) de matériel sur pied commercialisable (ou de bois de fût commercial), cette valeur doit être convertie en biomasse totale hors sol en appliquant le BCEF<sub>s</sub> contenue dans la [tableau 4.5](#).

BCEF<sub>R</sub> est utilisé pour la conversion de la biomasse aérienne en stock LB C associées à l'annuel net en la biomasse aérienne.

En plus d'avoir des valeurs BCEF<sub>s</sub> par défaut, il peut être calculé en utilisant l'équation suivante.

$$BCEF_{R_{i,j}} = BEF_{R_{i,j}} \times D$$

exprimées en tonnes sèches et n'ont donc pas besoin d'être étendues et converties par l'application de BCEF<sub>s</sub>.

biomasse aérienne fournies par le GIEC sont déjà exprimées en tonnes sèches et n'ont donc pas besoin d'être étendues et converties par l'application de BCEF<sub>1</sub>.

## Variations des stocks de C de la biomasse vivante - terres restantes



La figure suivante explique les étapes de transformation des volumes marchands en matière sèche et le rôle des facteurs BEF et D.

$$BCEF_{R_{i,j}} = BEF_{R_{i,j}} * D$$



Récolte en volume marchand (m<sup>3</sup>) (y compris l'écorce)

\* $BEF_{R_{i,j}} =$



Total de biomasse récolte (m<sup>3</sup>) (y compris l'écorce)

\* $D =$



Matière sèche

$BEF_{R_{i,j}}$  = Facteur d'expansion pour la récolte du bois

$D$  = densité basique du bois



## Variations des stocks de C de la biomasse vivante - terres restantes



La figure  
facteur



Récolte en volume  
compris l'écorde

$BEF_{R_{i,j}} = \text{Facteur}$

### Pourquoi le $BCEF_{R_{i,j}}$ dépend-il du stock croissant d'une forêt?



Les forêts jeunes et clairsemées ont généralement  
valeurs de  $BCEF_{R_{i,j}}$  plus hautes parce qu'une partie  
plus élevée de la biomasse est contenue dans la  
partie de l'arbre qui n'est pas marchande (parties  
fines);



Les forêts anciennes et denses ont des valeurs  
inférieures.

le rôle des



sèche

ité basique du bois

## Variations des stocks de C de la biomasse vivante - terres converties



Comme indiqué ci-dessous, la méthodologie par défaut du GIEC utilise une équation similaire au cas précédente, avec l'ajout d'un troisième facteur de conversion.

$$\Delta C_B = \Delta C_G - \Delta C_L + \Delta C_{CO_{nversion}}$$

[Equation 2.15 modifiée](#)

$\Delta C_B$

Variation annuelle de stock de C pour la biomasse vivante (tonnes C an<sup>-1</sup>)

$\Delta C_G$

Cela s'applique aux années postérieures à l'année de conversion (en utilisant l'équation 2.9) puisque, en utilisant les valeurs par défaut du GIEC, l'accumulation nette de la biomasse de la première année est incluse dans les facteurs par défaut du GIEC pour:  $B_{after}$ ).

$\Delta C_L$

Ceci s'applique aux années postérieures à l'année de conversion et est calculé avec [l'Equation 2.11](#).



## Variations des stocks de C de la biomasse vivante - terres converties



$$\Delta C_B = \Delta C_G - \Delta C_L + \Delta C_{CO_{conversion}}$$

[Equation 2.15 modifiée](#)

La variation nette du stock C après la conversion ne doit être calculée que dans l'année de la conversion.

$$\Delta C_{CO_{conversion}} = \sum_i ((B_{After_i} - B_{Before_i}) \times \Delta A_{TO\_OTHERS_i}) \times CF$$

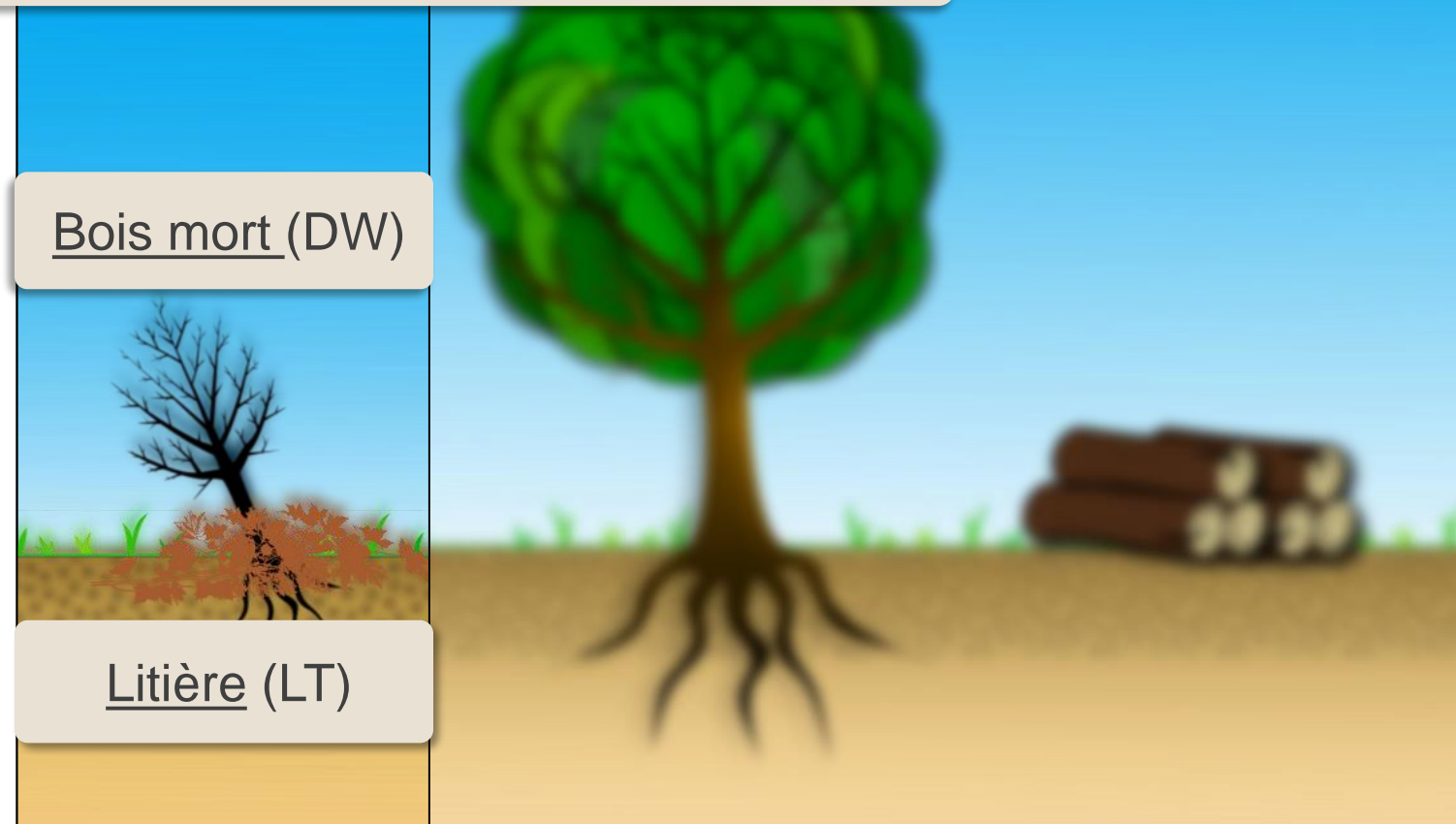
[équation 2.16](#)

- $B_{After_i}$  = biomasse vivante juste après conversion (d.m.)
- $B_{Before_i}$  = biomasse vivante avant conversion (d.m.)
- $\Delta A_{TO\_OTHERS_i}$  = Area où la conversion a lieu
- CF = Fraction de C

$\Delta C_{CO_{conversion}}$

## Variations des stocks de C de la matière organique morte

DOM dérive de la mortalité de la biomasse et est composé de:



La matière organique morte (DOM) se désintègre le long d'une chaîne de composés organiques jusqu'à ce qu'elle s'alimente dans le sol (humification) ou s'infiltré dans l'eau. Les taux de décroissance diffèrent grandement entre les régions selon les régimes d'humidité et de température allant des environnements suivants:

Taux élevés dans des environnements chauds et humides

détérioration

Faible taux dans les environnements froids et secs

Les changements de stock DOM C impliquent de calculer les changements dans les deux composantes DW et LT en utilisant l'équation suivante:

$$\Delta C_{DOM} = \Delta C_{DW} + \Delta C_{LT}$$

[Equation 2.17](#)

## Variations des stocks de C de la matière organique morte – terres restantes



La méthode de niveau 1 suppose que les variations nettes du stock de C (bois mort et litière) dans les terres demeurant dans la même catégorie d'affectation des terres sont nulles et ne doivent pas être déclarées, car les stocks de carbone et de litière sont en équilibre. Cependant, si des données sont disponibles, la variation nette du stock de C dans les DOM peut être estimée en appliquant les équations ci-dessous.

$$\Delta C_{DOM} = A \cdot \{(DOM_{in} - DOM_{out}) \cdot CF\} \quad \text{Equation 2.18}$$

$$\Delta C_{DOM} = \left[ A \cdot \frac{(DOM_{t_2} - DOM_{t_1})}{T} \right] \cdot CF \quad \text{Equation 2.19}$$

- $\Delta C_{DOM}$  = variation annuelle des stocks de carbone dans le bois mort / pool de déchets, en tonnes C an<sup>-1</sup>
- A = superficie des terres gérées, ha
- $DOM_{in}$  = transfert annuel moyen de la biomasse dans le bassin de bois mort / litière en raison des processus annuels et des perturbations, en tonnes d.m. ha<sup>-1</sup> an<sup>-1</sup>
- $DOM_{out}$  = dégradation annuelle moyenne et perturbation des pertes de carbone en bois mort ou en litière, en tonnes m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> an<sup>-1</sup>
- CF = fraction de carbone de la matière sèche, tonne C (tonne d.m.)<sup>-1</sup>

- $\Delta C_{DOM}$  = variation annuelle des stocks de carbone dans les matières organiques mortes ou les déchets, en tonnes C an<sup>-1</sup>
- A = superficie des terres gérées, ha
- $DOM_{t_1}$  = stock de bois mort / litière à l'instant t1 pour les terres gérées, en tonnes m<sub>3</sub> ha<sup>-1</sup>
- $DOM_{t_2}$  = stock de bois mort / litière à l'instant t2 pour les terres gérées, tonnes d.m. ha<sup>-1</sup>
- T = (t2 - t1) = période entre le moment de la deuxième estimation du stock et la première estimation du stock, année
- CF = fraction de carbone de la matière sèche (défaut = 0,37 pour la litière), tonne C (tonne d.m.)<sup>-1</sup>

La fraction du stock de C dans la biomasse qui meurt en raison d'une perturbation naturelle ou d'un événement de gestion est donc déclarée comme étant l'année de l'événement.



## Variations des stocks de C de la matière organique morte – terres converties



Le Niveau 1 pour les terres converties en une nouvelle catégorie d'affectation des terres suppose que les stocks de DOM C dans les terres non forestières sont nuls.

Cela implique que toute conversion de la forêt en catégories de terres non forestières entraîne la perte de l'ensemble du stock de DOM C en tant qu'émissions au cours de l'année de conversion.



D'un autre côté, toute conversion en terres forestières entraîne l'accumulation de stocks de DOM C à partir du niveau zéro supposé.



## Variations des stocks de C de la matière organique morte – terres converties



Les gains de stock de C sur les terres converties en forêt sont supposés se produire linéairement sur une période de transition jusqu'à ce que le stock de C ait atteint le niveau moyen à long terme d'une forêt mature.

L'hypothèse par défaut pour la période de transition du terrain converti est de 20 ans.

Les changements de stock DOM C entre deux points dans le temps sont calculés avec l'équation suivante.

$$\Delta C_{DOM} = \frac{(C_n - C_o)}{T_{on}} \times A_{on}$$

[Equation 2.23](#)

- $C_o$  = DOM sous l'ancienne catégorie d'affectation des terres, tonnes C ha<sup>-1</sup>
- $C_n$  = DOM dans la nouvelle catégorie d'affectation des terres, tonnes C ha<sup>-1</sup>
- $A_{on}$  = superficie en cours de conversion, ha
- $T_{on}$  = est égal à 1 an pour la déforestation (c'est-à-dire la perte nette de stock C); et à 20 ans pour le boisement / reboisement (c.-à-d. augmentation nette du stock de C)



Veillez noter qu'au niveau 1, le stock C de DOM (C DOM) dans une terre convertie en une nouvelle catégorie d'affectation des terres est égal à la somme des  $\Delta C$  annuels calculés avec l'équation 2.23.





## Émissions de GES dues aux incendies en AB et DOM

Le feu est une forme de perturbation qui survient au cours du cycle des stocks de carbone dans les bassins de carbone.

Il est causé par des effets naturels ou anthropiques indiqués ci-dessous.

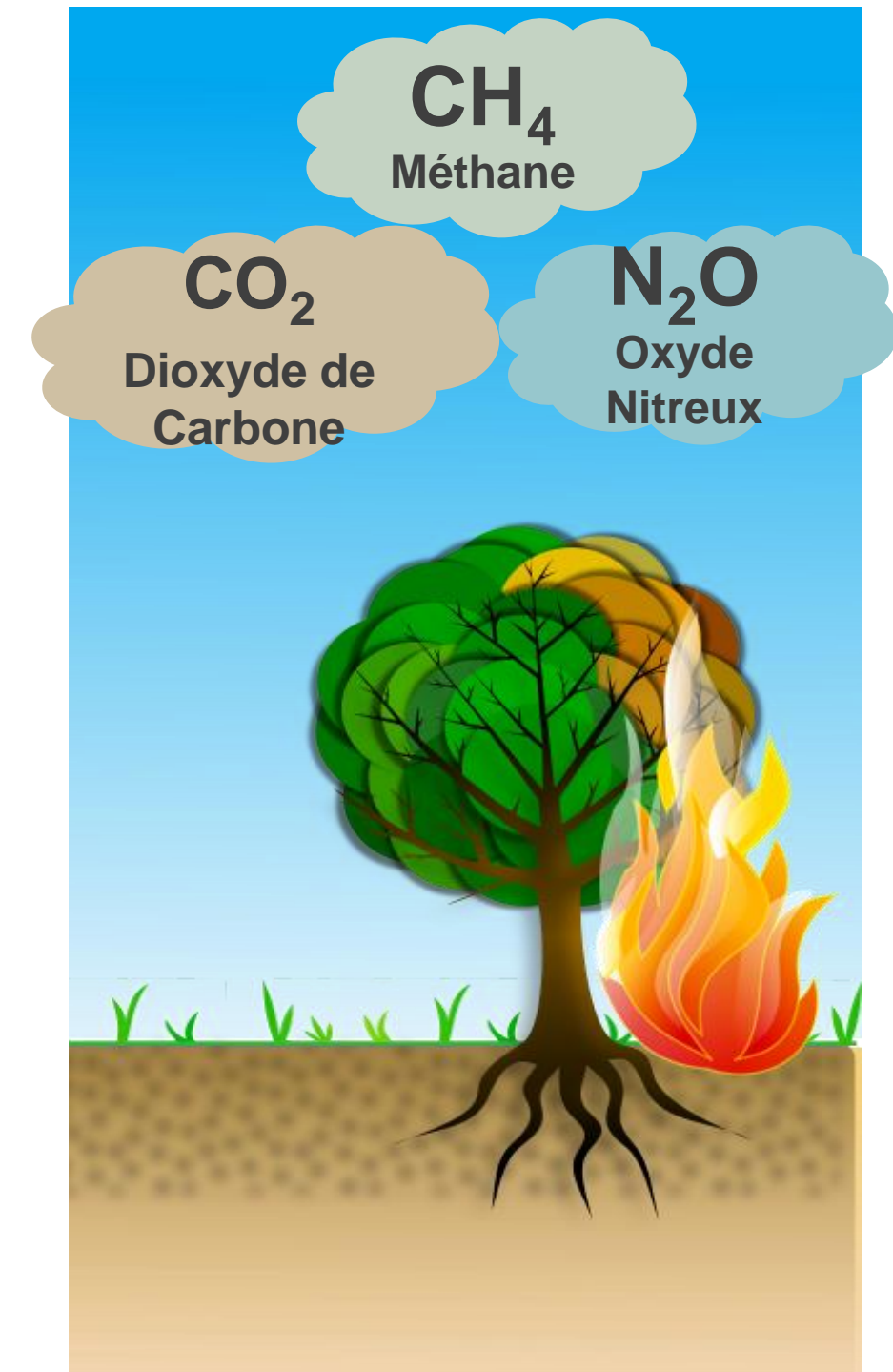
L'image sur votre droite montre les trois GES qui sont libérés de la matière organique brûlée. Comme vous le savez, les émissions de CH<sub>4</sub> et de N<sub>2</sub>O sont classées comme non-CO<sub>2</sub>.



Naturel: feux de forêt



Anthropogénique: brûlage contrôlée





## Émissions de GES dues aux incendies en AB et DOM

---



Lors de l'estimation des émissions de GES attribuables au feu, il faut se souvenir des points ci-dessous.

Les émissions de GES sont estimées en considérant comme combustible la somme de la biomasse aérienne (annuelle et ligneuse) et du DOM.

En général, les émissions de CO<sub>2</sub> provenant de la biomasse aérienne pérenne associée aux incendies doivent être déclarées en tant que pertes de stock de C dues aux perturbations (équation 2.14).

Dans le cas contraire, les émissions de CO<sub>2</sub> dues au feu doivent être estimées en appliquant la méthode de niveau 1 du GIEC (voir les diapositives suivantes). Dans tous les cas, les émissions de CH<sub>4</sub> et de N<sub>2</sub>O doivent être estimées.

Au niveau 1, les émissions de CO<sub>2</sub> dues au brûlage des DOM ne sont pas estimées puisque les DOM sont supposées équilibrées, à moins que l'incendie n'entraîne un changement d'affectation des terres. Les émissions de CH<sub>4</sub> et de N<sub>2</sub>O doivent toujours être estimées.

---



# Émissions de GES dues aux incendies en AB et DOM



Voici un résumé visuel expliquant quand les émissions liées aux incendies d'AB et de DOM devraient être calculées.



Forêts gérées



Forêts gérées changeantes  
typologie



Forêts non-gérées non  
changeantes typologie



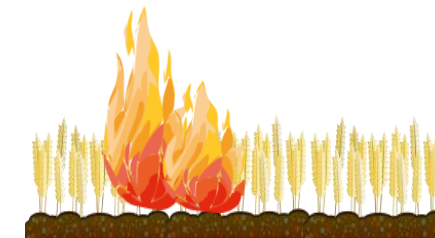
Forêts non-gérées changeantes  
typologie



Biomasse annuelle



Savane/Terres arbustives



Résidus de culture



Tourbières



## Améliorations méthodologiques

---

Améliorations méthodologiques fournies par les lignes directrices 2006 du GIEC.

### Facteurs d'émission

### Méthodologies

- Pour la plupart des facteurs d'émission, des valeurs mises à jour sont fournies dans les Lignes directrices 2006 du GIEC
  - On peut supposer que la biomasse souterraine est à l'équilibre pour toutes les catégories d'affectation des terres dans les terres qui demeurent dans la même catégorie d'affectation des terres. Cependant, notez que cette hypothèse doit être cohérente entre les gains et les pertes de stock C, ce qui signifie que si les gains des stocks de biomasse souterraine sont estimés, les pertes de stock de biomasse souterraine doivent également être estimées.
  - Les émissions de CO<sub>2</sub> résultant de la combustion de la biomasse pérenne dans la biomasse ne doivent plus être supposées être compensées par la repousse de la végétation suivante. Par conséquent, les émissions de CO<sub>2</sub> provenant de la combustion de la biomasse pérenne de biomasse doivent être déclarées comme un flux de CO<sub>2</sub> ou une perte de stock de carbone.
-



# **Formation sur les inventaires des GES issues du secteur Agriculture, Foresterie et autres Affectations de Terres (AFAT) selon les directrices du GIEC 2006**

**MERCI POUR VOTRE ATTENTION**

**[paolo.prosperi@fao.org](mailto:paolo.prosperi@fao.org)**

**[MICCA@fao.org](mailto:MICCA@fao.org)**