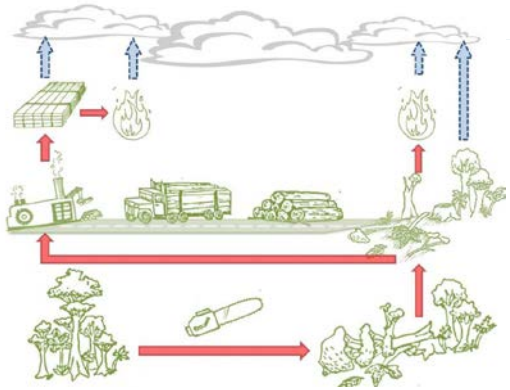
Module 2.5 Estimation des émissions de carbone provenant du déboisement et de la dégradation des forêts



Auteurs :

Sandra Brown, Winrock International

Lara Murray, Winrock International

Au terme du cours, les participants devraient être à même :

- d'établir une estimation des émissions et absorptions de carbone issues du déboisement et de la dégradation des forêts conformément aux lignes directrices et recommandations du GIEC.

V1, mai 2015

WAGENINGEN UR For quality of life

GOFC-GOLD Global Observation of Forest and Land Cover Dynamics

FOREST CARBON PARTNERSHIP FACILITY

Creative Commons License

Documents de référence

- GOFC-GOLD. 2014. Manuel de référence Sections 2.5 et 3.1.4.
- GFOI. 2014. MDG (*Intégration de la télédétection et des observations terrestres pour l'estimation des émissions et absorptions de gaz à effet de serre (GES) dans les forêts : Méthodes et recommandations de l'Initiative sur l'observation mondiale du couvert forestier*).

Plan de présentation du module

1. Lignes directrices GIEC AFOLU 2006 et catégories et sous-catégories d'affectation des sols GPG-LULUCF 2003
2. Estimation des émissions et des absorptions : combinaison de facteurs d'émission (FE) et de données sur les activités (DA)
3. Méthodes d'estimation des émissions de carbone provenant du déboisement (conversion de forêts en non forêts) : exemple du Guyana
4. Méthodes d'estimation des émissions de carbone provenant de la dégradation des forêts, p. ex., abattage sélectif d'arbres : exemple de Berau, Kalimantan oriental, Indonésie

Plan de présentation du module

1. **Lignes directrices GIEC AFOLU 2006 et catégories et sous-catégories d'affectation des sols GPG-LULUCF 2003**
2. Estimation des émissions et des absorptions : combinaison de facteurs d'émission (FE) et de données sur les activités (DA)
3. Méthodes d'estimation des émissions de carbone provenant du déboisement (conversion de forêts en non forêts) : exemple du Guyana
4. Méthodes d'estimation des émissions de carbone provenant de la dégradation des forêts, p. ex., abattage sélectif d'arbres : Exemple de Berau, Kalimantan oriental, Indonésie

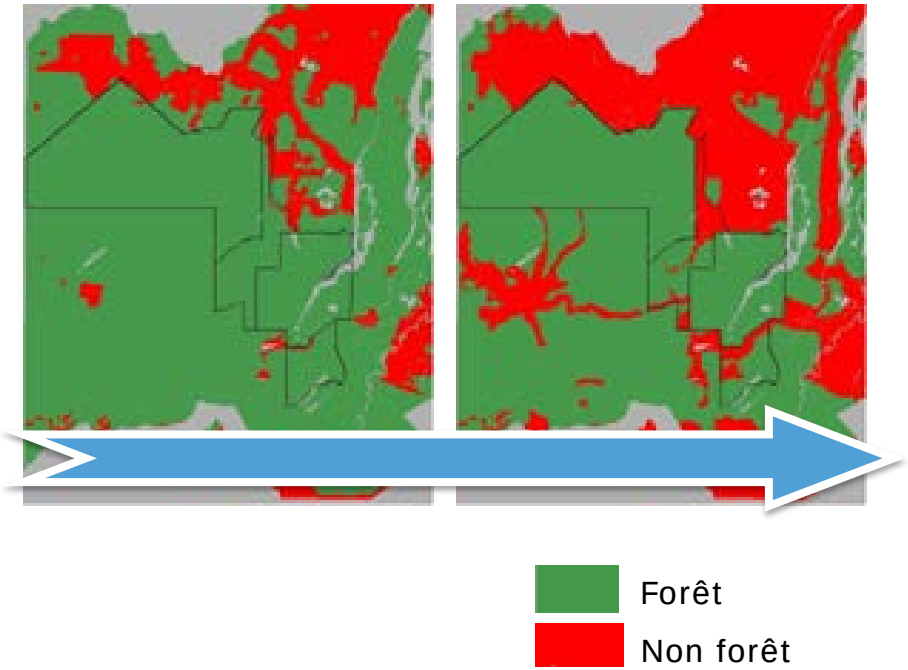
Lignes directrices GIEC AFOLU 2006

Intégration des secteurs de l'agriculture, de l'affectation des terres, du changement d'affectation et de la foresterie (LULUCF) définis par les lignes directrices antérieures (GPG-LULUCF 2003) dans un secteur unique appelé **agriculture, foresterie et autres utilisations des sols (AFOLU) :**

- Les six catégories d'utilisation des sols (GPG-LULUCF 2003) restent inchangées
- Prise en compte des émissions et absorptions issues de la biosphère terrestre
- Établissement de méthodologies d'estimation des émissions de carbone/GES pour les réservoirs de carbone dans les catégories d'utilisation des sols

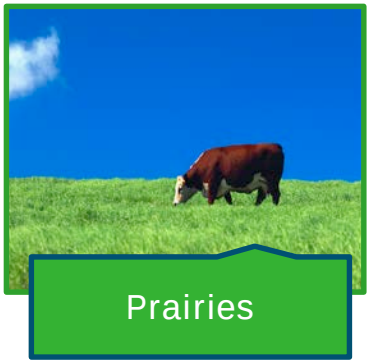
Notification des émissions / absorptions de carbone

- Notification des émissions/absorptions de stocks de carbone en fonction **du changement de catégorie d'utilisation des sols.**
- Pour chaque strate ou subdivision d'une catégorie d'utilisation des sols, la somme des changements de stock de carbone dans tous les réservoirs de carbone est égale au total des changements de stock de carbone correspondant à cette strate.



Catégories et sous-catégories d'utilisation des sols GPG-LULUCF 2003 (1/2)

Six catégories d'utilisation des sols



Catégories et sous-catégories d'utilisation des sols GPG-LULUCF 2003 (2/2)

Sous-catégories LULUCF :

1. Catégorie inchangée : par exemple, **les terres forestières restent des terres forestières** = dégradation des forêts et autres activités de REDD+
2. Terres affectées à une autre utilisation : par exemple, **affectation de terres forestières à une autre utilisation** = déboisement

Plan de présentation du module

1. Lignes directrices GIEC AFOLU 2006 et catégories et sous-catégories d'affectation des sols GPG-LULUCF 2003
2. **Estimation des émissions et des absorptions : combinaison de facteurs d'émission (FE) et de données sur les activités (DA)**
3. Méthodes d'estimation des émissions de carbone provenant du déboisement (conversion de forêts en non forêts) : exemple du Guyana
4. Méthodes d'estimation des émissions de carbone provenant de la dégradation des forêts, p. ex., abattage sélectif d'arbres : Exemple de Berau, Kalimantan oriental, Indonésie

Connaissances requises pour l'estimation des émissions et absorptions

- Pour combiner les FE et DA, les spécialistes doivent d'abord comprendre les sections 2.1, 2.2, 2.3 et 2.4 du manuel de référence GOFC-GOLD (2014), ainsi que les Modules 2.1, 2.2 et 2.3.
- Ils doivent être capables d'établir une estimation des émissions et absorptions de carbone dues au déboisement conformément aux conditions requises par les lignes directrices et recommandations du GIEC.

Données sur les activités et facteurs d'émission

Pour examiner :

- **Les données sur les activités (DA) – Modules 2.1 et 2.2 :**
  - Superficie de la couverture terrestre de transition, p. ex., ha/an pour le déboisement et la dégradation
  - Utilisation possible de l'unité de production (p. ex. : le volume de bois extrait en m^3/an) pour la dégradation due à l'exploitation industrielle du bois ou comme combustible.
- **Facteurs d'émission (FE) – Module 2.3** :
  - Émissions/absorptions de GES par unité d'activité, par. ex., t CO_2e/ha ou t CO_2/m^3

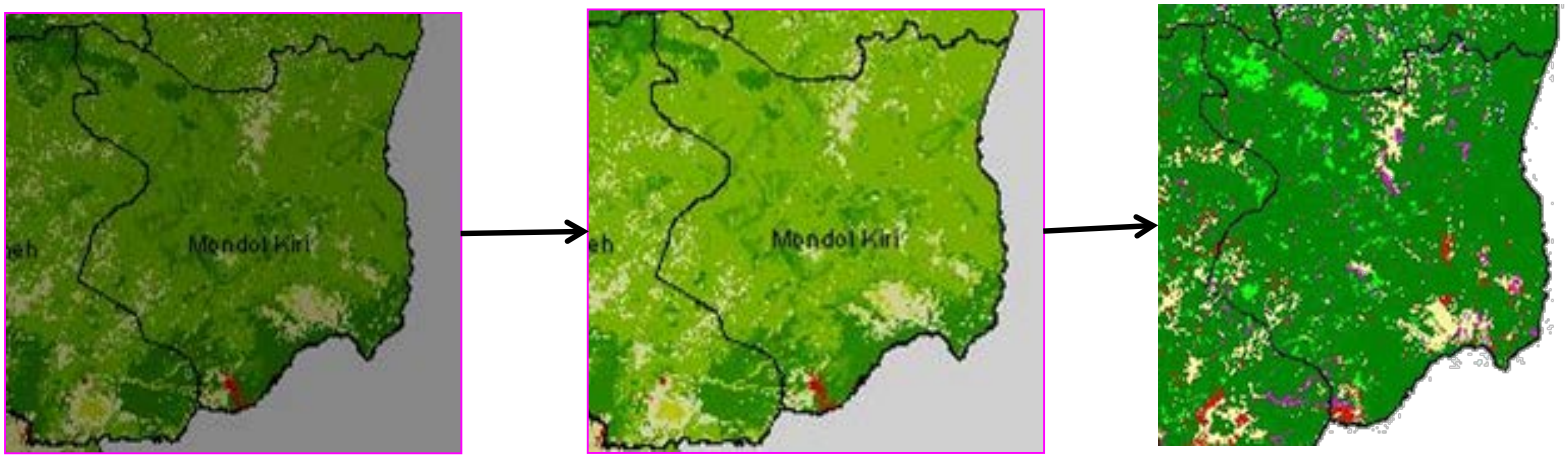
Équation de base pour l'estimation des émissions et absorptions : Combinaison de DA et de FE

Émissions par unité de changement (FE)	**X**	**Zone de changement (DA)**	**=**	**Émissions nettes dues au changement d'affectation**

Élaboration de DA pour le déboisement

Voir Module 2.1 :

- Établissement de cartes de couverture terrestre pour plusieurs moments déterminés.
- Et suivi de la zone de changement d'affectation totale (ha) dans chaque catégorie d'utilisation des sols (AFOLU).

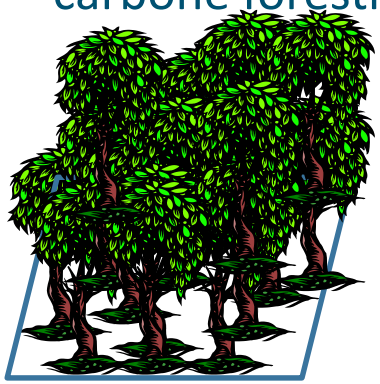


Élaboration de FE pour le déboisement

Voir Module 2.3 :

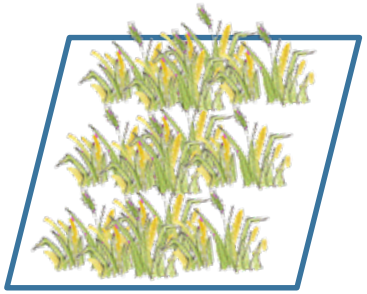
- Analyse des données de terrain et estimation des stocks de carbone et des incertitudes connexes pour chaque couverture terrestre/utilisation.
- Formulation de facteur d'émission pour toutes les catégories d'activité (t CO_2/ha).

Stocks de carbone forestier



-

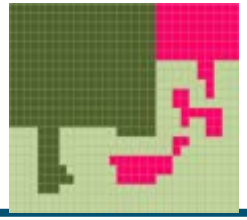
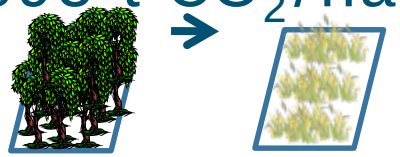
Post utilisation des sols
Stocks de carbone



=

Facteur d'émission pour le déboisement

Estimation des émissions nettes provenant du déboisement

Zone de changement d'affectation (DA)	*	Unité de variation des émissions (FE)	=	Émissions nettes des forêts aux terres agricoles
1000 ha 	*	895 t CO_2/ha 	=	895 000 t CO_2

Établissement de DA et de FE pour la dégradation des forêts

Voir Module 2.3 :

- Estimatifs de DA : volume de bois extrait (m^3/ha)
- Estimatifs de FE :
  - Émissions dues à l'extraction de bois (ELE) (t C/m^3)
  - Facteur lié aux dégâts dus à l'abattage (LDF) (t C/m^3)
  - Facteur lié aux infrastructures d'abattage (LIF) (t C/m3)

Estimation des émissions nettes causées par la dégradation liée à l'abattage sélectif

- Émissions nettes = pertes de C – gains de C
- pertes de C, t C/an = [vol x ELE] + [vol x LDF] + [vol x LIF]
- gains de C, t C/an = [vol x ELE]x[LTP] + [G]

  - Vol = volume de bois extrait, écorce y comprise (m^3/an)
  - ELE = émissions dues à l'extraction de bois (t C/m^3)
  - LDF = facteur de dégâts dus à l'abattage (t C/m^3), bois mort abandonné
  - LIF = facteur lié aux infrastructures d'abattage de bois (t C/m^3), bois mort produit par la construction
  - LTP = proportion de bois extraite sous forme de produits à long terme utilisés même après un siècle (extra temporel)
  - G = taux de repousse (t C)

Plan de présentation du module

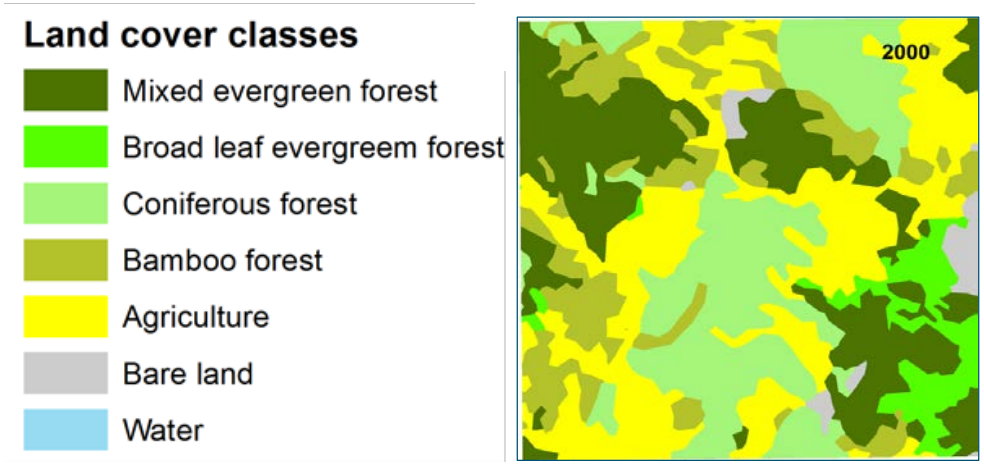
1. Lignes directrices GIEC AFOLU 2006 et catégories et sous-catégories d'affectation des sols GPG-LULUCF 2003
2. Estimation des émissions et des absorptions : combinaison de facteurs d'émission (FE) et de données sur les activités (DA)
3. **Méthodes d'estimation des émissions de carbone provenant du déboisement (conversion de forêts en non forêts) : exemple du Guyana**
4. Méthodes d'estimation des émissions de carbone provenant de la dégradation des forêts, p. ex., abattage sélectif d'arbres : Exemple de Berau, Kalimantan oriental, Indonésie

Estimation des émissions de carbone provenant du déboisement

Exemple : Approche d'estimation des variations de stocks pour les émissions de carbone provenant du déboisement

Carte de comparaison

Établissement d'une carte nationale ou infranationale de la couverture terrestre/l'utilisation des sols, et identification d'un « masque forestier »



Approche d'estimation des variations de stocks pour émissions provenant du déboisement

Observation des variations dans la couverture terrestre / l'utilisation des sols et des émissions au fil du temps (temps 2) :

- Établissement d'une nouvelle carte pour l'année cinq au moyen de la télédétection et calcul des pertes de couvert forestier en hectares (DA)
- Multiplication des pertes de couvert forestier par les FE correspondants pour estimer les émissions de carbone totales provenant du déboisement entre le temps 1 et le temps 2 (p. ex. : année 1 et année 5)

Estimation des émissions de carbone provenant du déboisement au Guyana en utilisant la méthode d'estimation des variations de stocks

A. DA issues d'images satellitaires prises par Indufor et la commission des forêts du Guyana (GFC)

Stratum	Drivers	Area of Change (ha)	
		2010	2011
More Accessible (MA)	Forestry infrastructure	70	172
	Agriculture	15	31
	Mining (medium and large scale)	1,423	4081
	Infrastructure	9	493
	Fire-Biomass burning		14
Less Accessible (LA)	Forestry infrastructure	224	61
	Agriculture	498	20
	Mining (medium and large scale)	7,955	4107
	Infrastructure	55	866
	Fire-Biomass burning	32	44

X

B. FE correspondant à un groupe de 35 parcelles (précision d'estimation d'environ 12 % en moyenne à 95 % d'intervalle de confiance) mesurées par Winrock International et la commission des forêts du Guyana (GFC)

Stratum	Drivers	Emission Factors
		t CO_2e/ha
More Accessible (MA)	Forestry infrastructure	1,010.6
	Agriculture	1,116.8
	Mining (medium and large scale)	1,010.6
	Infrastructure	1,010.6
	Fire-Biomass burning	744.6
Less Accessible (LA)	Forestry infrastructure	1,448.0
	Agriculture	1,536.5
	Mining (medium and large scale)	1,368.9
	Infrastructure	1,448.0
	Fire-Biomass burning	1,108.6

C. Estimation d'émissions exprimée comme **produit de DA et de FE** pour chaque strate par vecteur et additionnée, toutes strates comprises, aux émissions annuelles

Hypothèse d'oxydation instantanée—c.-à-d. survenant au cours de l'année concernée

Drivers	Emissions (tCO2)	
	2010	2011
Forestry infrastructure	395,594	261,657
Agriculture	781,258	66,215
Mining (medium and large scale)	12,327,673	9,746,426
Infrastructure	88,318	1,752,972
Fire-Biomass burning	35,605	58,738
Subtotal t CO2/yr	13,628,448	11,886,007

Plan de présentation du module

1. Lignes directrices GIEC AFOLU 2006 et catégories et sous-catégories d'affectation des sols GPG-LULUCF 2003
2. Estimation des émissions et des absorptions : combinaison de facteurs d'émission (FE) et de données sur les activités (DA)
3. Méthodes d'estimation des émissions de carbone provenant du déboisement (conversion de forêts en non forêts) : exemple du Guyana
4. **Méthodes d'estimation des émissions de carbone provenant de la dégradation des forêts, p. ex., abattage sélectif d'arbres : Exemple de Berau, Kalimantan oriental, Indonésie**

Estimation des émissions de carbone provenant de la dégradation des forêts, p. ex., abattage sélectif d'arbres

Exemple : Approche « gains-pertes » pour l'abattage sélectif

- Pertes de carbone dues à l'abattage :
  - Volume de bois extrait par unité de superficie par an
  - Volume de bois mort produit au cours d'une année du sommet à la souche de l'arbre abattu et taux de la mortalité des arbres voisins causée par l'abattage
  - Mortalité des arbres sur les pistes de débardage, les routes et les sites de débarquement
- Gains de carbone :
  - Volume de bois conservé à long terme comme produit
  - Régénération de la forêt

Voir Module 2.3 pour plus de détails

Estimation des émissions totales nettes causées par la dégradation liée à l'abattage sélectif

pertes de C, t C/an= [vol x ELE]+[vol x LDF]+[vol x LIF]
gains de C, t C/an = [vol x ELE]x[LTP]+ [G]

Où :

Vol = volume de bois extrait, écorce y comprise (m^3/an)
ELE = émissions dues à l'extraction de bois (t C/m^3)
LDF = facteur de dégâts dus à l'abattage (t C/m^3)—bois mort abandonné
LIF = facteur lié aux infrastructures d'abattage (t C/m^3)—bois mort produit par la construction
LTP = proportion de bois extrait sous forme de produits à long terme et toujours utilisés après 100 ans (extra temporel)
G = taux de régénération (t C)

FE et DA pour l'estimation des émissions provenant de la dégradation des forêts par l'abattage sélectif

Pertes : estimation des FE et du volume de bois extrait (DA)— volume total ou volume par hectare

- ELE = émissions dues à l'extraction de bois = (0,28 t C/m^3)
- LDF = facteur des dégâts dus à l'abattage = 0,42 t C/m^3 issu des arbres abattus et 0,12 t C/m^3 dû aux dégâts collatéraux
- LIF = facteur lié aux infrastructures d'abattage = 0,39 t C/m^3 issu des routes, 0.02 t C/m3 des sites de débarquement et 0,20 t C/m^3 des pistes de débardage
- DA—volume de bois extrait = 36 m^3 par ha
- superficie moyenne du site d'abattage = 1 500 ha

Hypothèse : les émissions ont lieu au moment de l'évènement, c.-à-d. *émissions susceptibles d'être produites.*

Estimation des émissions de carbone provenant de la dégradation des forêts causée par l'abattage sélectif à Berau, Kalimantan oriental

- ELE, émissions dues à l'extraction de bois = 0,28 t C/m^3
- LDF, Facteur des dégâts dus à l'abattage = 0,42 t C/m^3 issu des arbres abattus et 0,12 t C/m^3 dû aux dégâts collatéraux
- LIF, facteur lié aux infrastructures d'abattage = 0,39 t C/m^3 issu des routes, 0,02 t C/m^3 issu des sites de débarquement et 0,20 t C/m^3 des pistes de débardage
- AD, volume de bois extrait = 36 m^3 par ha
- Superficie moyenne du site d'abattage = 1 500 ha
- Volume total extrait = 54 000 m^3
- Émissions totales = (0,28+0,42+0,12+0,39+0,02+0,20)*54 000

Émissions= 77 220 t C ou 283 140 t CO_2an^{-}

Estimation de gains de carbone provenant de la dégradation des forêts causée par l'abattage sélectif à Berau, Kalimantan oriental

Gains : Il faut estimer le volume de bois consacré aux produits à long terme (LTP) et le taux de repousse dans les clairières

- Le volume consacré aux LTP dépend de la classe de produit fini du bois de Berau : 30 % de bois débité et 70 % de panneaux de bois
- Une méthode simple (Winjum, Brown et Schlamadinger 1998) met en évidence les pertes dues à l'inefficacité des scieries, la fraction en produits à court terme (< 5 ans) et la fraction émise entre 5 et 100 ans
    - Pour le bois débité, la fraction en LTP = 0,10 et pour les panneaux de bois = 0,02
    - Total LTP pour Berau = 0,045

Estimation des émissions de carbone nettes causées par la dégradation liée à l'abattage sélectif à Berau

- Gains :
  - LTP = 54 000 m^3 (volume total extrait) x 0,28 (ELE) x 0,045 = 680 t C = **2 495 t CO_2**
  - La repousse dans les clairières entre les arbres existants et entre les nouveaux arbres est due à l'action directe de l'homme ; elle est distincte de la repousse dans la totalité de la zone forestière :
    - Zone des clairières = 14 m^2/m^3 extraits
    - Total des clairières = [14 x 54 000 (total extrait)]/10^4 =76 ha
    - Hypothèse : taux d'environ 3 t C $ha^{-1}année^{-1}$
    - Repousse = 76 ha x 3 = **832 t CO_2année^{-1}**
- Total des gains = 2 495 + 832 = **3 327 t CO_2année^{-1}**
- **Émissions nettes** = 3 327 - 283 140**=-279 813t CO_2année^{-1}**

En résumé

- L'estimation des émissions et absorptions de carbone dues au déboisement et à la dégradation des forêts suit les lignes directrices GIEC AFOLU 2006, en utilisant les catégories et sous-catégories d'affectation des sols :
  - Déboisement : Terres forestières affectées à une autre utilisation
  - Dégradation des forêts : Terres forestières demeurant telles quelles
- L'estimation des émissions et des absorptions est une combinaison des DA et des FE.
- L'approche d'estimation des variations de stocks est utilisée pour estimer les émissions nettes provenant des forêts.
- Il faut des informations sur les pertes de carbone (ELE, LDF, LIF), les gains en carbone (ELE, LTP, G) et le volume de bois extrait (m^3) pour établir l'estimation des émissions provenant de la dégradation des forêts.

Exemples et exercices nationaux

Exemples nationaux :

- Combinaison de facteurs d'émission et de données d'activité pour le Guyana

Exercice :

1. Estimation des émissions de carbone provenant du déboisement

2. Estimation des émissions de carbone provenant de la dégradation des forêts causée par l'abattage sélectif en utilisant la méthode des pertes et gains

Modules complémentaires recommandés

- Module 2.6 pour passer à l'estimation des émissions de GES provenant de la combustion de biomasse.
- Module 2.7 pour enchaîner avec l'estimation des incertitudes.
- Modules 3.1 à .3 pour procéder à l'évaluation et la notification de REDD+.

Références

- Brown, S., F. M. Casarim, S. K. Grimland, et T. Pearson. 2011. *Carbon Impacts from Selective Logging of Forests in Berau District, East Kalimantan, Indonesia*: *Final Report to the Nature Conservancy*. Arlington, Virginie : Nature Conservancy. http://www.winrock.org/resources/carbon-impacts-selective-logging-forests-berau-district-east-kalimantan-indonesia.

- GFOI (Initiative sur l'observation mondiale du couvert forestier). 2014. *Intégration de la télédétection et des observations terrestres pour l'estimation des émissions et des absorptions des gaz à effet de serre dans les forêts :* méthodes et recommandations préconisées par l'Initiative mondiale sur l'observation du couvert forestier (généralement appelée GFOI MDG) Genève, Suisse : Groupe sur l'observation de la terre, version 1.0. http://www.gfoi.org/methods-guidance/.

- GOFC-GOLD (Global Observation of Forest Cover and Land Dynamics). 2014. *A Sourcebook of Methods and Procedures for Monitoring and Reporting Anthropogenic Greenhouse Gas Emissions and Removals Associated with Deforestation, Gains and Losses of Carbon Stocks in Forests Remaining Forests, and Forestation*. (Manuel de référence de GOFC-GOLD en général.) Pays-Bas : GOFC-GOLD Land Cover Project Office, Université de Wageningen. http://www.gofcgold.wur.nl/redd/index.php.

- IPCC, 2003. *Recommandations en matière de bonnes pratiques pour le secteur de l'utilisation des terres, changements d'affectation des terres et foresterie*, Penman, J., Gytarsky, M., Hiraishi, T., Krug, T., Kruger, D., Pipatti, R., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T., Tanabe, K., Wagner, F. (eds.). Publication : IGES, Japon. http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gpglulucf/gpglulucf.html (Often referred to as IPCC GPG)

- IPCC, 2006. Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre. Volume 4 : Agriculture, foresterie et autres affectations des terres. Préparées par le Programme des inventaires nationaux des gaz à effet de serre, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. et Tanabe K. (eds). Publication : IGES, Japon. http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html (Often referred to as IPCC AFOLU GL)
- Winjum, J. K., S. Brown et B. Schlamadinger. 1998. "Forest Harvests and Wood Products: Sources and Sinks of Atmospheric Carbon Dioxide." *Forest Science* 44: 272–284.