

Module 2.2 Suivi des données sur les activités concernant les forêts restant des forêts (y compris la dégradation des forêts)

Auteurs :

Carlos Souza, Imazon

Sandra Brown, Winrock International

Jukka Miettinen, Centre commun de recherche (JRC) de la Commission européenne (CE)

Frédéric Achard, CE – JRC

Martin Herold, Université de Wageningen



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

- Décrire différents types de dégradation des forêts ainsi que les méthodes de surveillance de la dégradation
- Cartographier et analyser divers processus de dégradation des forêts en utilisant des levés de terrain ainsi que les outils de télédétection présenté dans ce module



V1, mai 2015

Documents de référence

- GOF-C-GOLD. 2014. *Sourcebook*. Section 2.2.
- GFOI. 2014. *Intégration des données de télédétection et d'observation au sol pour l'estimation des sources et des puits de gaz à effet de serre dans les forêts : Méthodes et pratiques recommandées par l'Initiative mondiale pour l'observation des forêts (MPR)*. Sections 2.2.2 et 3.
- Souza. 2012. "Monitoring of Forest Degradation." In *Global Forest Monitoring from Earth Observation*.
- Morton, D., et al. 2011. "Historic Emissions from Deforestation and Forest Degradation in Mato Grosso, Brazil : 1) source data uncertainties"
- Simula. 2009. "Towards Defining Forest Degradation : Comparative Analysis Of Existing Definitions." Working Paper 154, FAO.
- Herold et al. 2011. "Options for Monitoring and Estimating Historical Carbon Emissions from Forest Degradation in the Context of REDD+." *Carbon Balance and Management*.
- Pearson, Brown, and Casarim. 2014. "Carbon Emissions from Tropical Forest Degradation Caused by Logging." *Environmental Research Letters*.



Plan du cours

1. Définition de la dégradation des forêts et contexte des Recommandations du GIEC en matière de bonnes pratiques
2. Types de dégradation des forêts
3. Méthodes d'évaluation des superficies forestières dégradées :
 - i. Surveillance de la dégradation des forêts due à l'abattage sélectif
 - ii. Méthodes de télédétection :
 - a) méthodes directes
 - b) méthodes indirectes
4. Logiciels nécessaires



Plan du cours

- 1. Définition de la dégradation des forêts et contexte des Recommandations du GIEC en matière de bonnes pratiques**
2. Types de dégradation des forêts
3. Méthodes d'évaluation des superficies forestières dégradées
 - i. Surveillance de la dégradation des forêts due à l'abattage sélectif
 - ii. Méthodes de télédétection
 - a) méthodes directes
 - b) méthodes indirectes
4. Logiciels nécessaires



Dégradation : introduction

- La dégradation (modification des forêts restant des forêts) entraîne le déclin à long terme/durable des stocks de carbone.
- Les niveaux d'émissions par unité de surface sont inférieurs à ceux du déboisement ; les effets cumulatifs et secondaires peuvent entraîner d'importantes émissions de carbone.
- La surveillance de la dégradation des forêts est importante pour éviter le déplacement des émissions dues à la réduction du déboisement.
- Une dégradation plus grave (superficie/intensité) produit généralement des indicateurs plus marqués, permettant une surveillance efficace à l'échelle nationale.



Définition de la dégradation des forêts

- Plus de 50 définitions ont été recensées dans les publications scientifiques (Simula 2009 ; Herold 2011).
- D'une manière générale, la dégradation des forêts est un type d'intervention anthropique entraînant la modification du couvert, de la structure et/ou de la composition et de la fonction des forêts.
- Les modifications peuvent être temporaires ou permanentes.
- Les modifications peuvent concerner la biodiversité, les stocks de carbone, les cycles hydrologiques et biochimiques, les sols et d'autres services environnementaux.



Exemple de dégradation des forêts due à des coupes et des feux répétés dans la région de Sinop, dans l'état du Mato Grosso (Brésil).



Définition du GIEC de la dégradation des forêts

- Aux fins de la Convention des Nations Unies sur les changements climatiques, le GIEC a défini la dégradation des forêts en 2003 en fonction de l'élimination des stocks de carbone forestier :
 - « Une perte anthropique directe et durable (s'étalant sur X années ou plus) d'au moins Y % des stocks de carbone forestier [et des ressources forestières] depuis le temps T qui n'est pas considérée comme un déboisement »
- (X, Y et T n'ont pas été définis.)



Définitions du point de vue de REDD+

- Recommandations générales de la réunion des Experts du SBSTA (CCNUCC 2008) :
 - « La dégradation entraîne une perte de stock de carbone dans les forêts restant des forêts »
- La définition des forêts influence directement celle de la dégradation des forêts (... qui restent des forêts)
- Plusieurs processus conduisent à la dégradation des forêts : l'exploitation forestière, le ramassage de bois de feu, les feux, le pâturage forestier, etc.
- Du point de vue de la surveillance, il est important de considérer quel type/processus de dégradation est évalué :
 - Différents types de dégradation peuvent nécessiter différentes méthodes et données



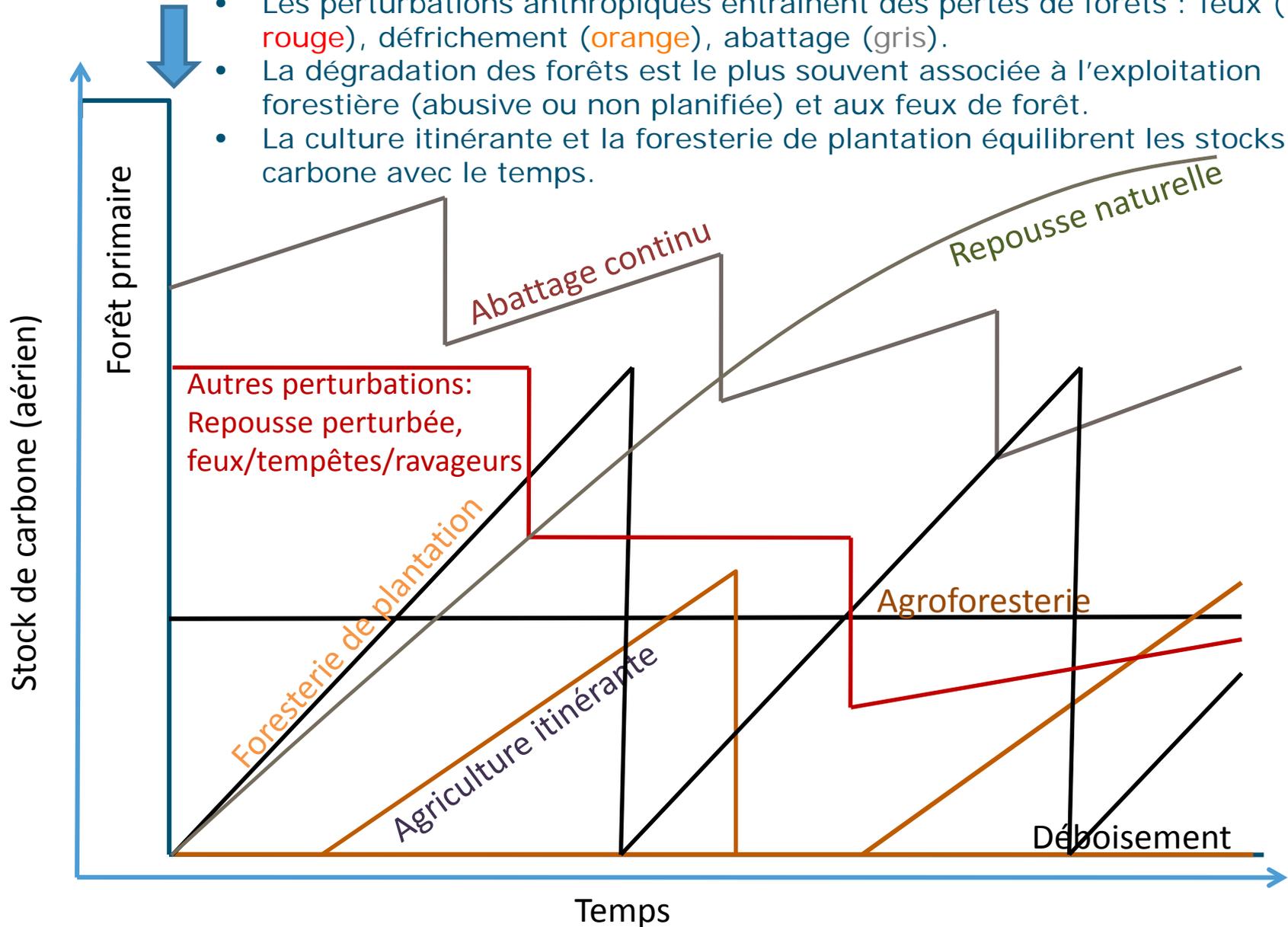
Plan du cours

1. Définition de la dégradation des forêts et contexte des Recommandations du GIEC en matière de bonnes pratiques
- 2. Types de dégradation des forêts**
3. Méthodes d'évaluation des superficies forestières dégradées
 - i. Surveillance de la dégradation des forêts due à l'abattage sélectif
 - ii. Méthodes de télédétection
 - a) méthodes directes
 - b) méthodes indirectes
4. Logiciels nécessaires



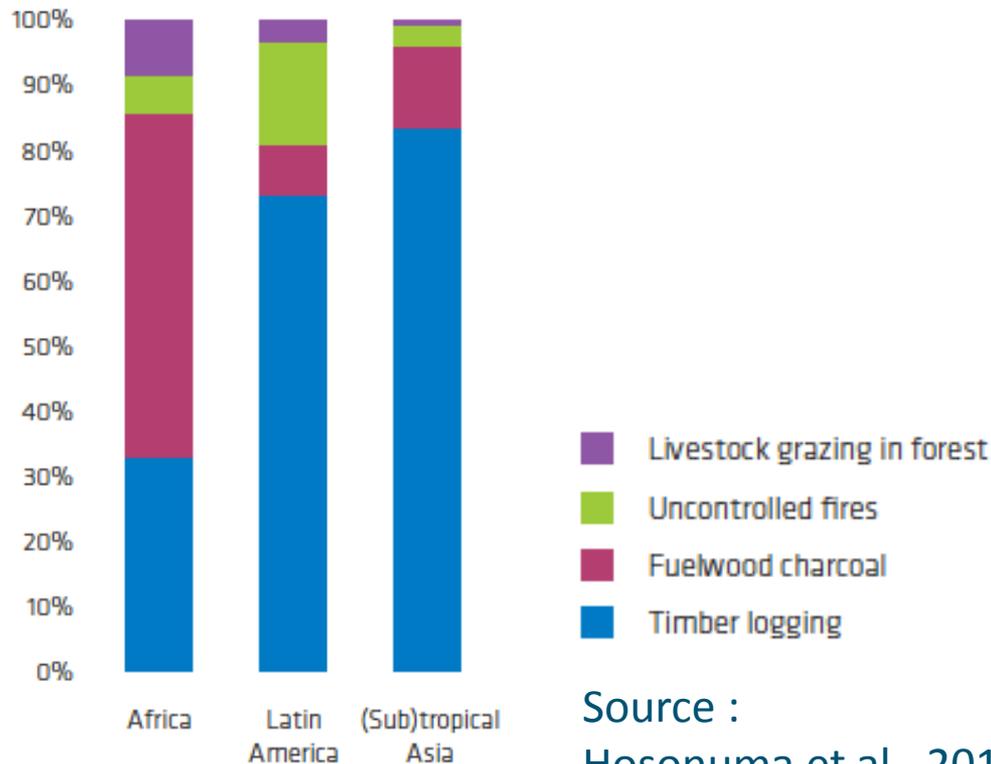
Dégradation des forêts et impact sur les stocks de carbone

- Les perturbations anthropiques entraînent des pertes de forêts : feux (**trait rouge**), défrichement (**orange**), abattage (gris).
- La dégradation des forêts est le plus souvent associée à l'exploitation forestière (abusives ou non planifiées) et aux feux de forêt.
- La culture itinérante et la foresterie de plantation équilibrent les stocks de carbone avec le temps.



Importants facteurs directs de dégradation

Poids relatif des facteurs de la dégradation des forêts



Source :
Hosonuma et al., 2012

- **Amérique latine et Asie (sub) tropicale :** Production commerciale de bois > 70 % de la dégradation totale
- **Afrique :** Ramassage de bois de feu, production de charbon de bois et production de bois



Détectabilité de la dégradation des forêts

- La dégradation des forêts peut être due à une ou plusieurs menace(s) anthropique(s) et la détectabilité par des systèmes d'observation de la terre n'est pas toujours possible.

Détectabilité des différentes menaces pesant sur les forêts tropicales à l'aide des techniques disponibles de télédétection à moyenne résolution

Readily detectable	Marginally detectable	Not detectable
Deforestation	Recent selective logging	Hunting or defaunation
Habitat fragmentation	Surface fires	Harvests of many nontimber forest products
Major forest fires	Effects of climate change on plant phenology	Effects of pathogens
Major highways	Small-scale gold mining	Compositional shifts in plant communities from climate change
	Wider roads (6–20 m width)	Nonrecent selective logging
	Some invasions of exotic plant species	Narrow roads (<6 m width)
		Most secondary effects

Source :
Laurence and Peres 2006.



Plan du cours

1. Définition de la dégradation des forêts et contexte des Recommandations du GIEC en matière de bonnes pratiques
2. Types de dégradation des forêts
- 3. Méthodes d'évaluation des zones forestières dégradées**
 - i. Surveillance de la dégradation des forêts due à l'abattage sélectif
 - ii. Méthodes de télédétection
 - a) méthodes directes
 - b) méthodes indirectes
4. Logiciels nécessaires



Options en matière de surveillance de la dégradation historique des forêts

Activité/facteur de dégradation	Données sur les activités (au niveau national)
Extraction de produits forestiers aux fins de subsistance et pour les marchés locaux : bois de feu, charbon, etc.	<ul style="list-style-type: none">• Données historiques limitées• Informations provenant d'études à l'échelle locale ou utilisant des indicateurs indirects (densité de population, consommation des ménages, etc.)• Seules les modifications cumulatives à long terme peuvent être observées à partir de données satellitaires historiques
Extraction industrielle/commerciale de produits forestiers, telle que l'abattage sélectif	<ul style="list-style-type: none">• Données et statistiques sur les récoltes• Données satellitaires historiques (série chronologique Landsat) analysées dans les zones de concession• La méthode directe devrait être envisagée pour les années récentes
Autres perturbations telles que les feux sauvages (non contrôlés)	<ul style="list-style-type: none">• Analyse des données satellitaires historiques (depuis 2000) sur les feux avec des données de type Landsat

Source : Herold et al. 2011.



Module 2.2 Suivi des données sur les activités concernant les forêts restant des forêts (y compris la dégradation des forêts)

Matériels de formation à REDD+ mis au point par GOF-C-GOLD, Wageningen University, FCPF de la Banque mondiale

Sources courantes de données sur les activités concernant la dégradation des forêts

1. Observations et levés sur le terrain **section 3i)** :

- Méthodes reposant sur des inventaires (nationaux, infranationaux)
- Données issues de levés sur le terrain (avec entretiens), de travaux de recherche et de placettes d'échantillonnage permanentes
- Données sur la foresterie commerciale (concessions et taux d'extraction du bois)
- Indicateurs indirects concernant l'offre et la demande intérieures (charbon, bois de feu, subsistance)

2. Télédétection **(section 3ii)** :

- Détection directe des processus de dégradation (altération du couvert forestier)
- Méthodes indirectes (observation des infrastructures humaines)
- Surveillance des feux (feux actifs et zones brûlées, **voir également le Module 2.6)**



Plan du cours

1. Définition de la dégradation des forêts et contexte des Recommandations du GIEC en matière de bonnes pratiques
2. Types de dégradation des forêts
- 3. Méthodes d'évaluation des zones forestières dégradées**
 - i. Surveillance de la dégradation des forêts due à l'abattage sélectif**
 - ii. Méthodes de télédétection
 - a) méthodes directes
 - b) méthodes indirectes
4. Logiciels nécessaires



Dégradation des forêts due à l'abattage sélectif

Réduction du couvert :

- Trouées dues à l'abattage des arbres et aux dommages collatéraux
- Défrichage pour les routes, jetées et glissoirs

Les dommages sont rarement contigus



Comment estimer les émissions dues aux pratiques d'exploitation forestière

- Deux méthodes de base inspirées du cadre du GIEC :
 - Combinaison des taux d'extraction du bois, plans de gestion et images à haute résolution pour les données sur les activités et les gains-pertes pour les facteurs d'émission (**Voir également le Module 2.3**)
 - Télédétection utilisant des images à moyenne résolution pour les données sur les activités et la méthode de la variation des stocks pour les facteurs d'émission (**voir la section 3.ii**)



Exemple d'abattage sélectif

- Les émissions dues à l'abattage sélectif sont estimées comme suit :
EF (t C/m³) = ELE + LDF + LIF

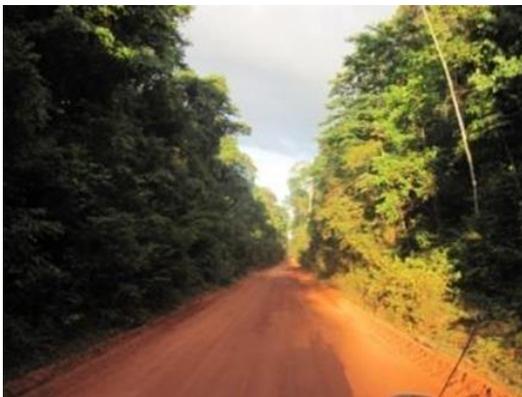
Où :

- ELE = émissions dues au bois extrait (t C/m³ extrait)
 - LDF = facteur de dommage de l'abattage, ou carbone de la biomasse morte abandonnée dans les trouées suite à l'abattage des arbres et aux dommages accidentels (t C/m³ extrait)
 - LIF = facteur des infrastructures d'exploitation forestière, ou carbone de la biomasse morte liée à la construction d'infrastructures (t C/m³)
- Les données de terrain sont collectées pour quantifier les ELE et le LDF à partir de plusieurs trouées dues à l'abattage.
 - Les données sur les activités concernant cette méthode correspondent au volume total extrait de la forêt par an, mais leur obtention peut nécessiter une combinaison de données de terrain et d'images de télédétection de très haute résolution.



Estimation des données sur les activités d'abattage sélectif à partir des données sur les récoltes

- La méthode de l'abattage sélectif (**Module 2.3**) nécessite la quantification du **Facteur des infrastructures d'exploitation forestière** :
 - Ce facteur (LIF) est la somme de l'impact sur le carbone des glissoirs, des routes et des jetées.
 - L'impact sur le carbone est estimé comme étant le produit des stocks estimés de carbone des zones forestières non exploitées et de la surface des infrastructures
 - Le LIF peut être normalisé aux émissions par unité de volume extrait en divisant les émissions par le volume récolté en m^3



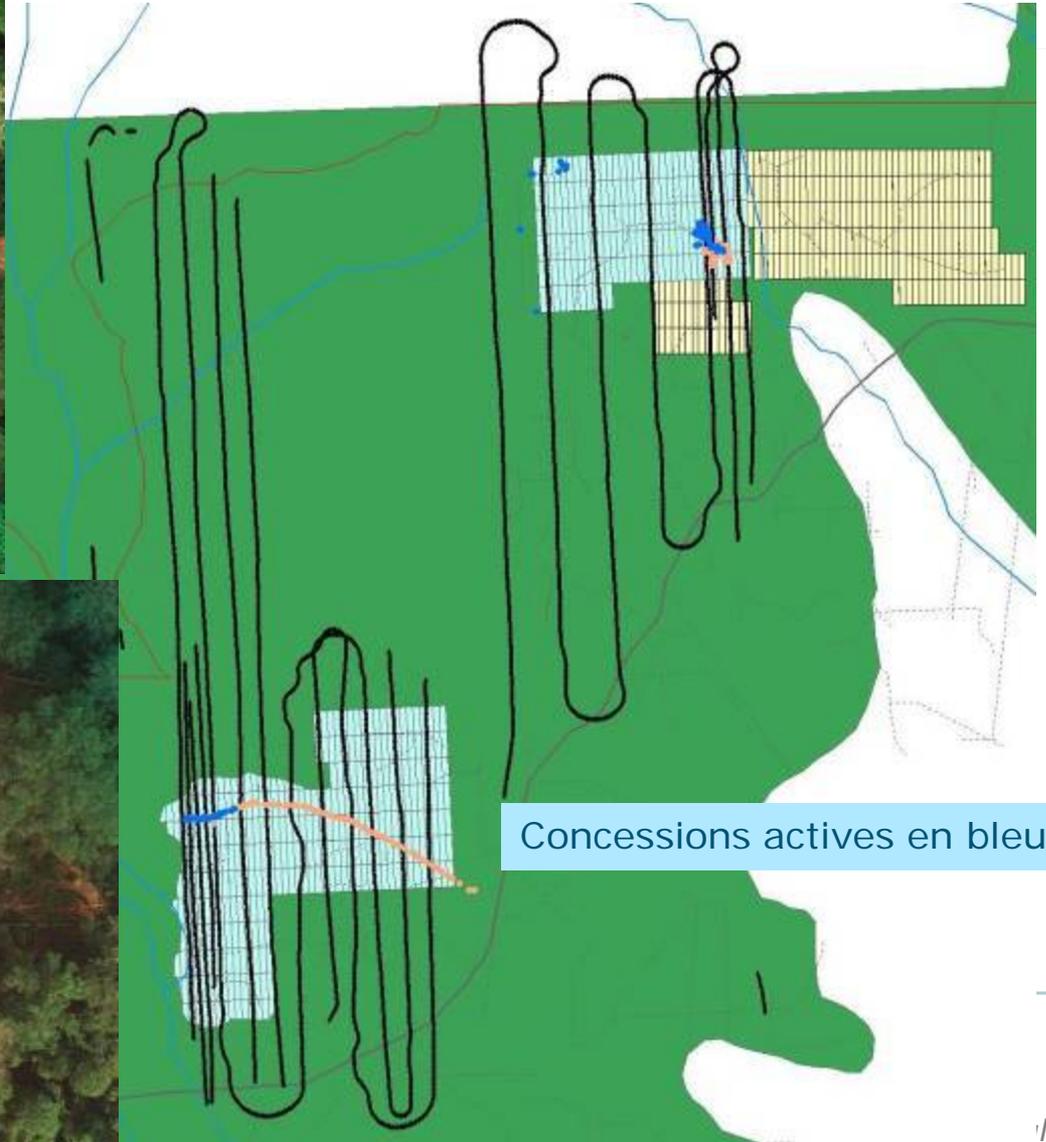
Problème potentiel : quantification fiable du bois extrait par unité de surface par an

- Fiabilité des données nationales :
 - Existence du programme FLEGT sur la surveillance de l'abattage ?
 - Abattage illégal ?
 - Extraction supérieure aux possibilités d'abattage ?
- Utilisation possible d'une méthode indépendante – les images aériennes obtenues par échantillonnage produisent des estimations de la superficie des trouées dues à l'abattage et aux autres impacts :
 - Obtention, à partir de données de terrain sur les parcelles d'abattage, de données sur les volumes de bois extrait (m^3) par unité de surface des trouées (m^2)



Option : transects aériens au-dessus des concessions pour surveiller les dommages dus à l'abattage

Résolution de 15-20 cm

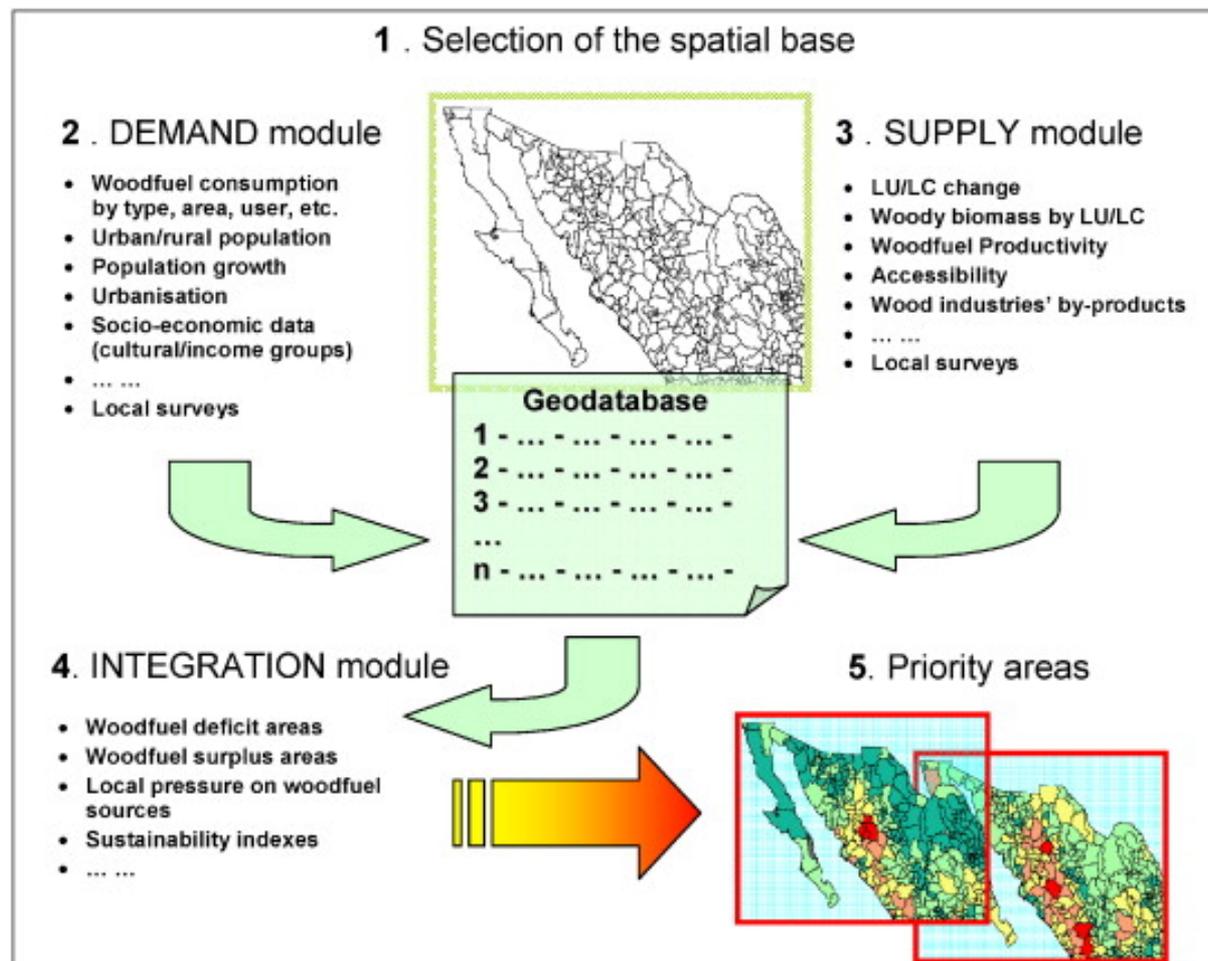


Concessions actives en bleu

Bandes d'images aériennes illustrant les dommages dus à l'abattage

- Les images présentant des trouées sont délimitées automatiquement à l'aide du logiciel eCognition.
- Utilise des images pour estimer la surface des trouées dues à l'abattage et la relation entre le volume (m^3) extrait et la superficie des trouées (m^2) (à partir de données de terrain).
- Mesure la superficie des routes et des jetées ainsi que la longueur des glissoirs.
- Estime la proportion de la superficie totale de l'échantillon formée de trouées et la proportion des concessions actives totales échantillonnées avec des bandes d'images :
 - Estime le volume total extrait et la superficie/longueur des infrastructures d'exploitation forestière

Utilisation de l'analyse spatiale pour modéliser l'offre et la demande de bois de feu



LU/LC = affectation des terres/couvert terrestre

Source : Ghilardi et al.
2007.



Module 2.2 Suivi des données sur les activités concernant les forêts restant des forêts (y compris la dégradation des forêts)

Plan du cours

1. Définition de la dégradation des forêts et contexte des Recommandations du GIEC en matière de bonnes pratiques
2. Types de dégradation des forêts
- 3. Méthodes d'évaluation des zones forestières dégradées**
 - i. Surveillance de la dégradation des forêts due à l'abattage sélectif
 - ii. Méthodes de télédétection**
 - a) méthodes directes
 - b) méthodes indirectes
4. Logiciels nécessaires



Méthodes de télédétection par satellite

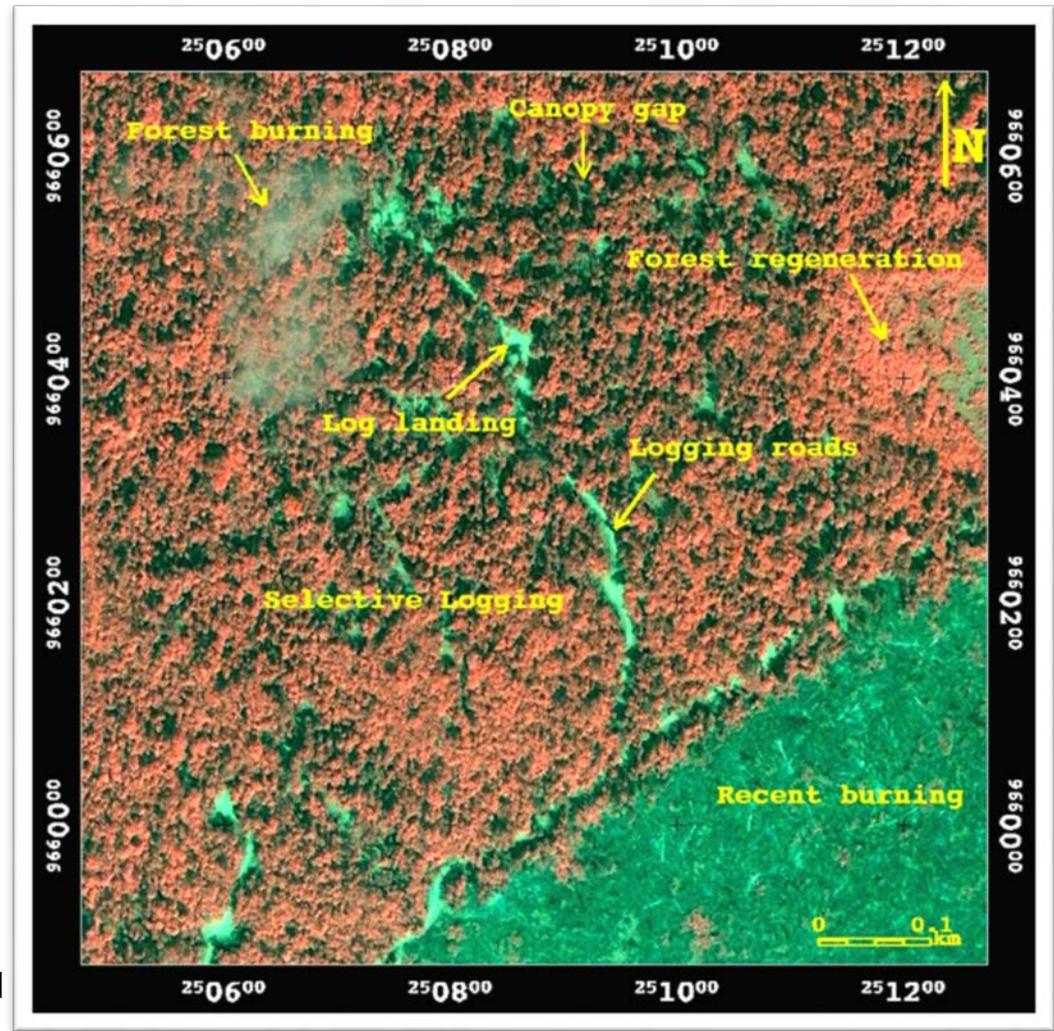
- Plusieurs techniques de télédétection ont été développées pour cartographier les principaux types de dégradation des forêts.
- Le choix de la méthode dépend des facteurs suivants :
 - Type et intensité de la dégradation
 - Ampleur spatiale et temporelle du problème
- Deux méthodes de base :
 - **Méthodes directes** (section 3iia) : Évaluation des dommages du couvert forestier en utilisant des séries chronologiques pour détecter et cartographier les forêts dégradées
 - **Méthodes indirectes** (3iib) : Estimation de la superficie forestière dégradée en détectant les infrastructures humaines en tant qu'indicateur indirect (et en les associant à l'analyse SIG)



Problèmes de définition de la dégradation des forêts

- La dégradation des forêts peut avoir de nombreux effets sur le couvert forestier.
- La dégradation des forêts crée divers environnements sur les images de télédétection : forêts non perturbées, petites clairières, vieilles forêts dégradées (régénération des forêts), etc.

Tiré du Manuel de référence
(Sourcebook) 2014. Figure 2.2.1

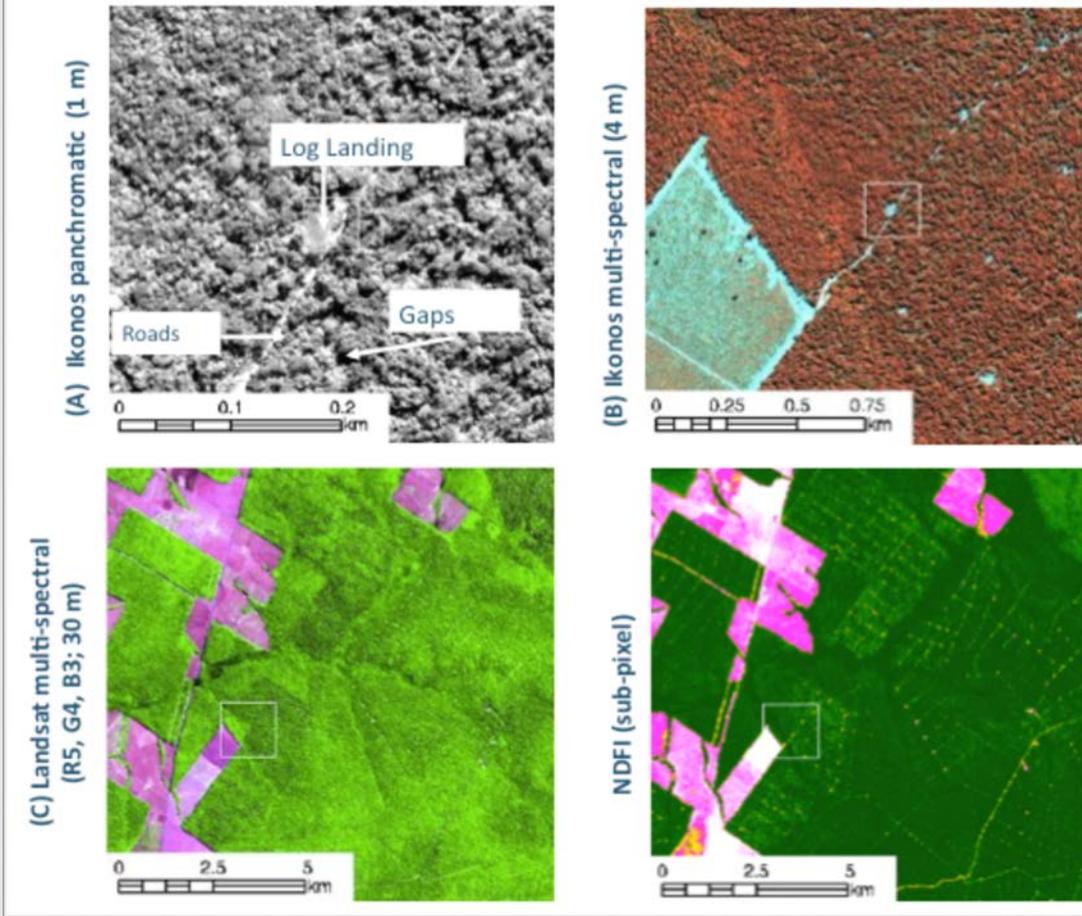


Module 2.2 Suivi des données sur les activités concernant les forêts restant des forêts (y compris la dégradation des forêts)

27

Méthodes de télédétection

Spatial Resolution



- Les images à très haute résolution spatiale facilitent la détection visuelle de la dégradation des forêts.
- Les images à résolution spatiale moyenne avec un plus grand nombre de bandes spectrales, de type Landsat, peuvent être utiles pour cartographier et surveiller la dégradation des forêts avec une couverture temporelle élevée.

Tiré du Manuel de référence (Sourcebook) 2014. Figure 2.2.3



Module 2.2 Suivi des données sur les activités concernant les forêts restant des forêts (y compris la dégradation des forêts)

Matériels de formation à REDD+ mis au point par GOFC-GOLD, Wageningen University, FCPF de la Banque mondiale

Exemple de méthodes de télédétection utilisées pour cartographier l'abattage sélectif et le brûlage en Amazonie

Méthode de cartographie	Capteur	Étendue spatiale	Objectif	Avantages	Inconvénients
Interprétation visuelle	Landsat TM5	Locale	Cartographie de l'ensemble de la surface de coupe	Ne nécessite pas de techniques sophistiquées de traitement de l'image	Laborieuse pour de grandes étendues et délimitation subjective des limites.
	Landsat TM5	Amazonie			
Détection des jetées + zones tampons	Landsat TM5 e ETM+	Locale	Cartographie de l'ensemble de la surface de coupe (dommages du couvert forestier, clairières et forêts non endommagées).	Relativement simple à mettre en œuvre et estime bien la surface totale de coupe.	Les tampons d'abattage varient dans le paysage et cette méthode ne reproduit pas la géométrie de la zone exploitée.
Arbre de décision	SPOT 4	Locale	Cartographie des dommages du couvert forestier associés à l'abattage et au brûlage.	Règles de classification simples et intuitives.	N'a pas été testée sur de très grandes zones et les règles de classification peuvent varier dans le paysage.

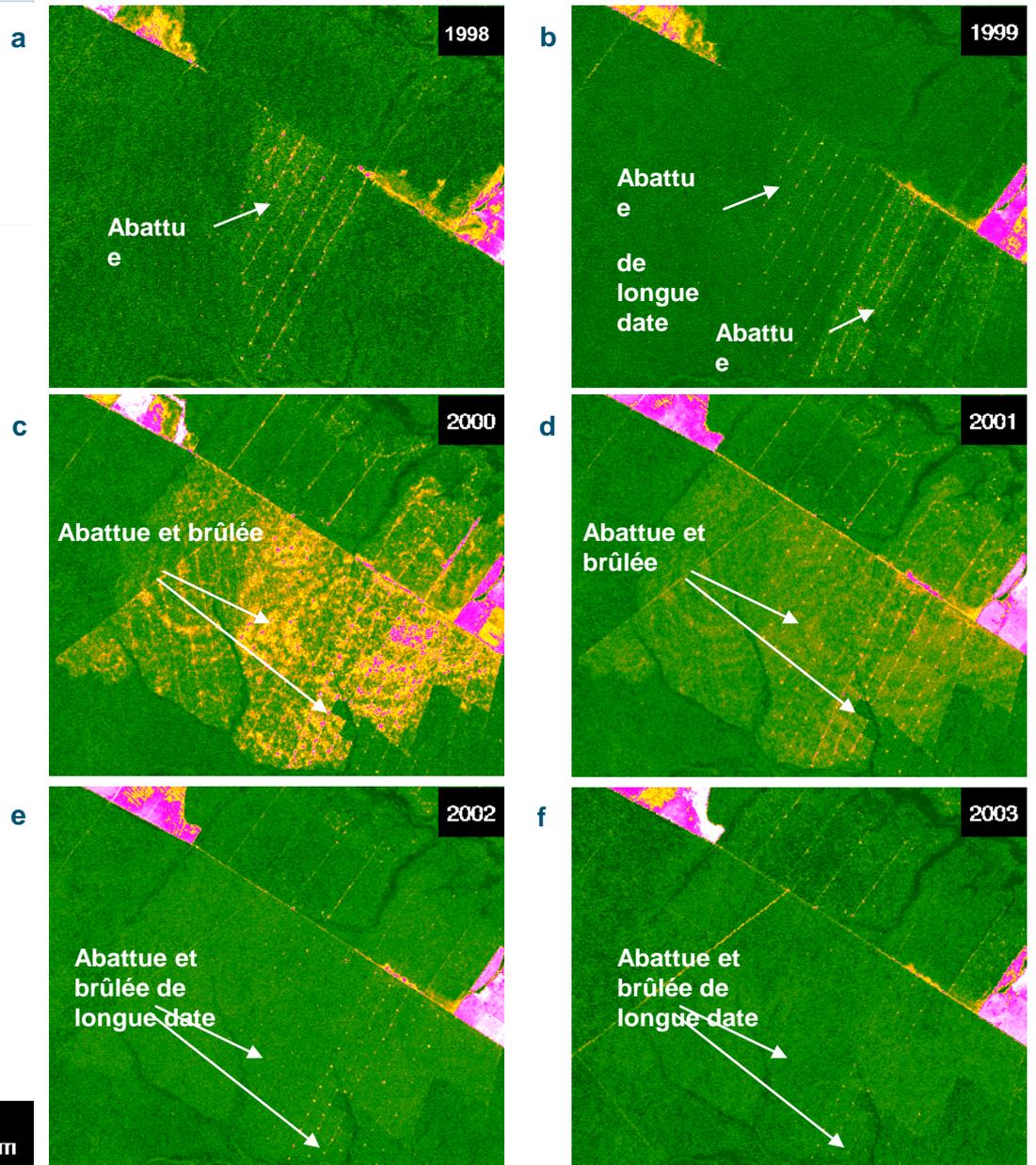
Exemples de méthodes de télédétection (suite)

Méthode de cartographie	Capteur	Étendue spatiale	Objectif	Avantages	Inconvénients
Détection des modifications	Landsat TM5 e ETM+	Locale	Cartographie des dommages du couvert forestier associés à l'abattage et au brûlage.	Accentue les zones endommagées du couvert forestier.	Nécessite deux paires d'images et ne fait pas de distinction entre les modifications naturelles et anthropiques des forêts.
Segmentation des images	Landsat TM5	Locale	Cartographie de l'ensemble de la surface de coupe (dommages du couvert forestier, clairières et forêts non endommagées).	Relativement simple à mettre en œuvre et estime bien la surface totale de coupe. Gratuits disponibles.	N'a pas été testée sur de très grandes zones et les règles de segmentation peuvent varier dans le paysage.
CLAS (Carnegie Landsat Analysis System)	Landsat TM5 e ETM+	Trois états de l'Amazonie (PA, MT et AC)	Cartographie de l'ensemble de la surface de coupe (dommages du couvert forestier, clairières et forêts non endommagées).	Entièrement automatisée et normalisée sur de très grandes zones.	Nécessite une très grande puissance de calcul et des paires d'images pour détecter l'évolution des forêts. Uniquement testée avec Landsat ETM+
NDFI (Normalized Differencing Fraction Index) + CCA (Contextual Classification Algorithm)	Landsat TM5 e ETM+	Locale	Cartographie des dommages du couvert forestier associés à l'abattage et au brûlage.	Accentue les zones endommagées du couvert forestier.	N'a pas été testée sur de très grandes zones et ne fait pas la distinction entre les dommages dus à l'abattage et au brûlage.

Tiré du Manuel de référence (Sourcebook) 2014. Tableau 2.2.1

Dynamique de la dégradation des forêts

- Les symptômes de dégradation des forêts changent rapidement.
- La synergie des processus de dégradation des forêts peut réduire davantage les stocks de carbone des forêts dégradées.
- La dégradation chronique des forêts est probable et accentue les pertes de carbone.
- Une surveillance annuelle est nécessaire pour suivre les processus de dégradation des forêts.



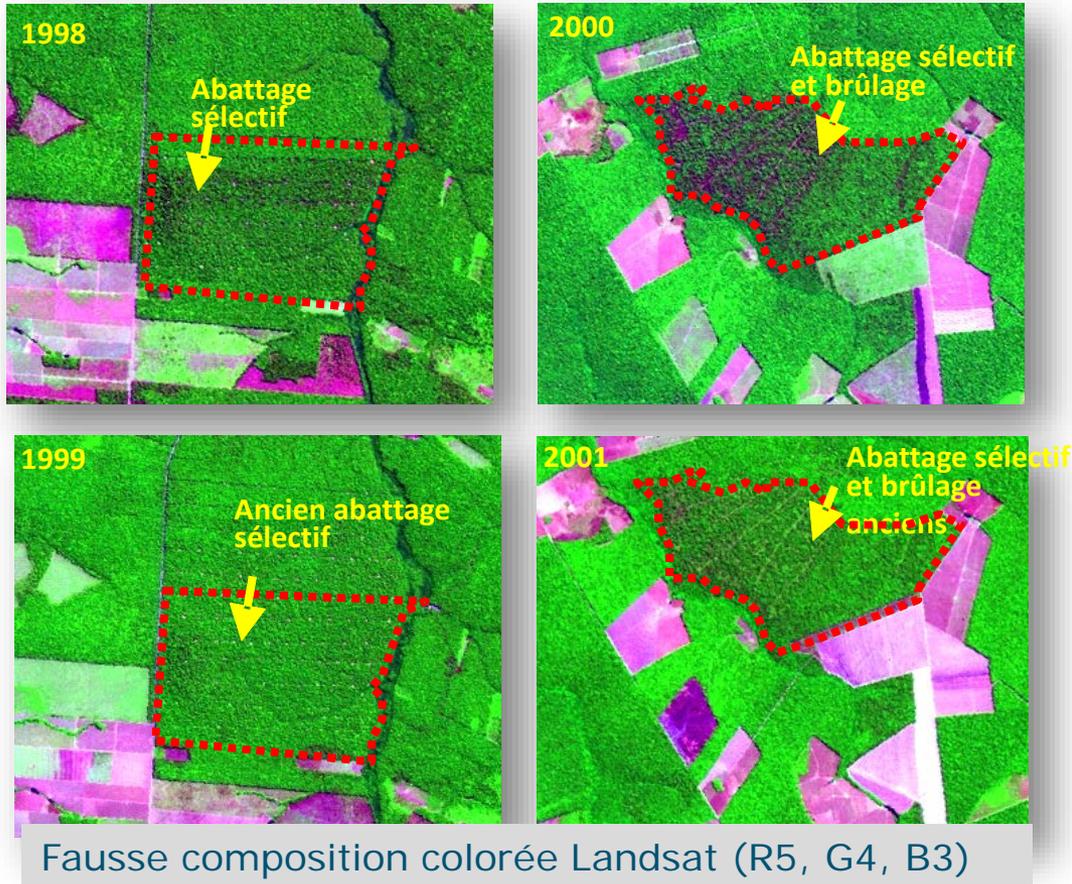
Tiré du Manuel de référence
(Sourcebook) 2014. Figure 2.2.6

Plan du cours

1. Définition de la dégradation des forêts et contexte des Recommandations du GIEC en matière de bonnes pratiques
2. Types de dégradation des forêts
- 3. Méthodes d'évaluation des zones forestières dégradées**
 - i. Surveillance de la dégradation des forêts due à l'abattage sélectif
 - ii. Méthodes de télédétection**
 - a) méthodes directes**
 - b) méthodes indirectes
4. Logiciels nécessaires



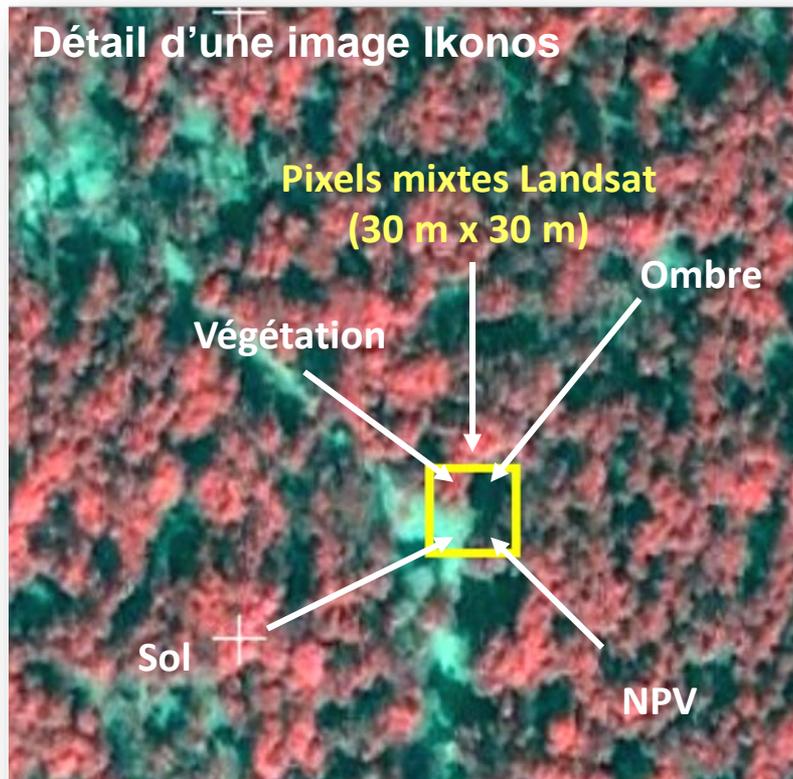
Interprétation visuelle de la dégradation des forêts



- Exemples d'abattage sélectif et de forêts abattues et brûlées dans la région de Sinop, dans l'état du Mato Grosso (Brésil).
- Définition subjective de la limite entre les forêts dégradées et non perturbées.
- Détection visuelle impossible des vieilles cicatrices de dégradation des forêts.
- Les symptômes de la dégradation des forêts disparaissent vite (voir diapositive 31), ce qui rend difficile leur interprétation visuelle.



Analyse par démixage spectral (SMA)

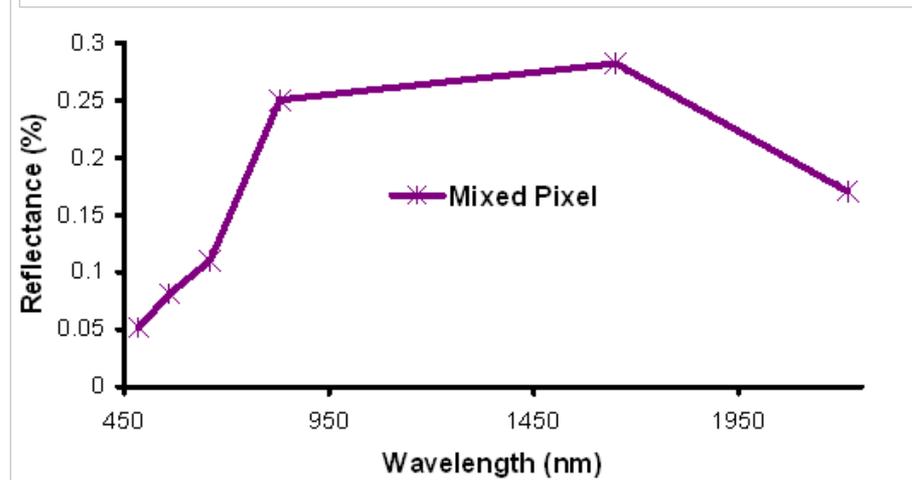
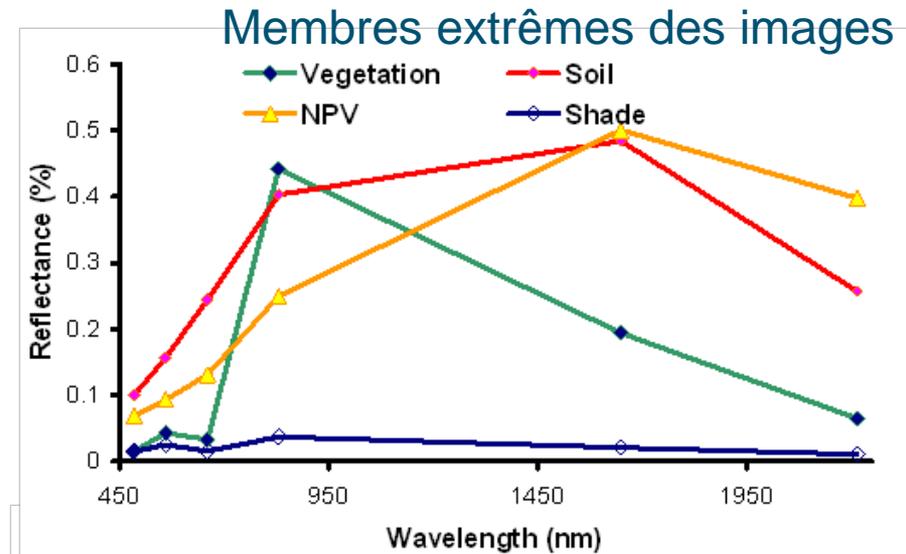


- Les matériaux spectralement purs les plus courants (les membres extrêmes) des forêts dégradées sont les suivants :
 - Végétation verte
 - Sol
 - Végétation non photosynthétique (NPV)
 - Ombre
- Les pixels mixtes prédominent dans les forêts dégradées.

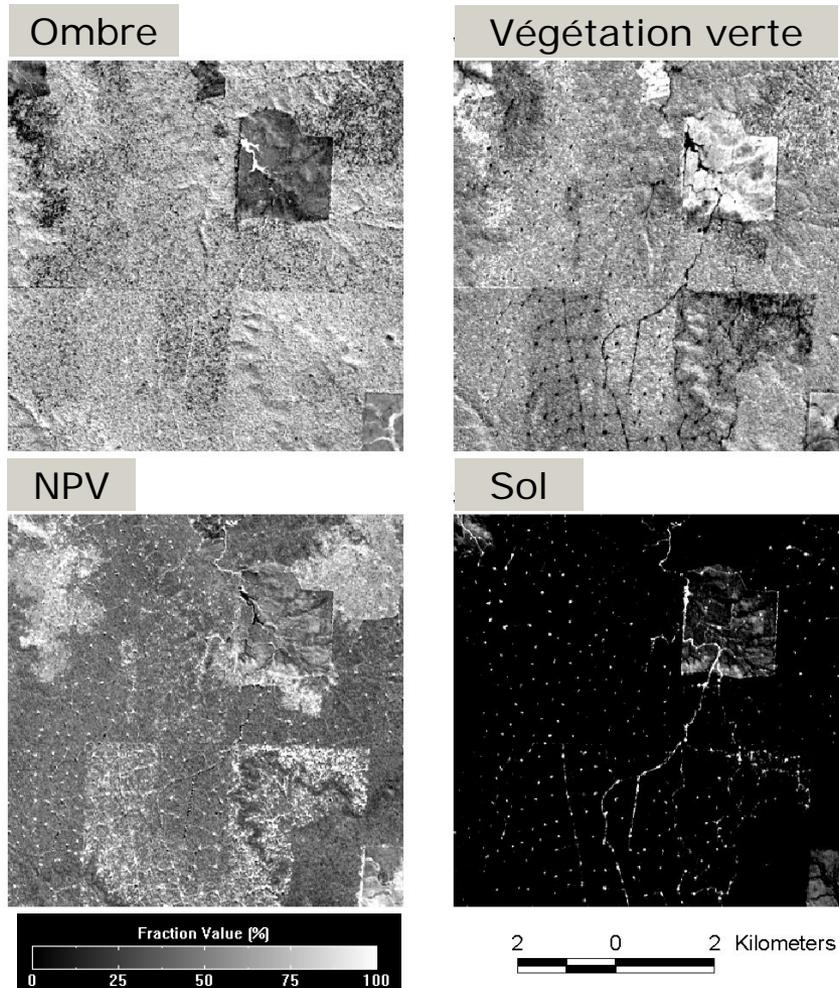


Pixels mixtes Landsat

- L'analyse par démixage spectral a été proposée pour surmonter le problème des pixels mixtes rencontrés dans les forêts dégradées.
- Les pixels mixtes peuvent être décomposés en fractions et membres extrêmes.
- La réflectance des pixels mixtes est la somme de la réflectance des composants des membres extrêmes des pixels.



Interprétation des fractions des membres extrêmes



- Ombre :
 - Topographie et rugosité du couvert forestier et grandes clairières
- Végétation verte :
 - Trouées, régénération des forêts et clairières
- NPV :
 - Dommages du couvert forestier et cicatrices de brûlage
- Sol :
 - Infrastructures d'exploitation forestière (routes et jetées)

Source : Souza Jr. et al. 2003



Utilisation des informations sur les fractions pour améliorer la détection de la dégradation des forêts

NDFI (Normalized Differencing Fraction Index)

$$\text{NDFI} = \frac{\text{GV}_{\text{Shade}} - (\text{NPV} + \text{Soil})}{\text{GV}_{\text{Shade}} + \text{NPV} + \text{Soil}}$$

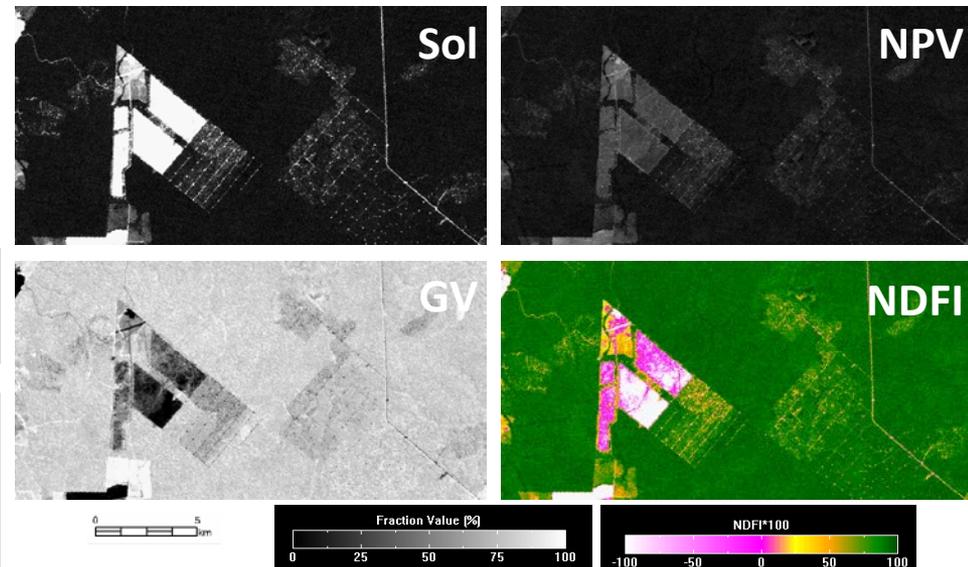
$$\text{GV}_{\text{Shade}} = \frac{\text{GV}}{100 - \text{Shade}}$$

Où GV = végétation verte et NPV = végétation non photosynthétique

$$-1 \leq \text{NDFI} \leq 1$$

Des valeurs de l'indice NDFI entre 0,70 et 0,85 indiquent une modification du couvert pouvant être associée à la dégradation des forêts. L'indice NDFI peut être transformé par changement d'échelle à 0-200 pour conserver l'espace disque

État Paragominas, Pará



Source : Souza Jr. 2005



Module 2.2 Suivi des données sur les activités concernant les forêts restant des forêts (y compris la dégradation des forêts)

37

Matériels de formation à REDD+ mis au point par GOF-C-GOLD, Wageningen University, FCPF de la Banque mondiale

Plan du cours

1. Définition de la dégradation des forêts et contexte des Recommandations du GIEC en matière de bonnes pratiques
2. Types de dégradation des forêts
- 3. Méthodes d'évaluation des zones forestières dégradées**
 - i. Surveillance de la dégradation des forêts due à l'abattage sélectif
 - ii. Méthodes de télédétection**
 - a) méthodes directes
 - b) méthodes indirectes**
4. Logiciels nécessaires



Méthode indirecte de surveillance de la dégradation des forêts : forêt intacte/non intacte

- La télédétection directe de la dégradation des forêts n'est pas toujours possible (dans un contexte historique, par exemple).
- Une méthode indirecte a été proposée ; elle s'inspire fortement des concepts élaborés pour évaluer les paysages forestiers intacts du monde dans le cadre des recommandations et lignes directrices du GIEC concernant la notification des émissions et absorptions de GES liées aux espaces boisés.



Méthode des forêts intactes/non intactes : notions fondamentales

- Définitions :
 - Forêts intactes : stocks complets (forêts où le couvert naturel se situe entre 10 et 100 %)
 - Forêts non intactes : stocks incomplets (forêts soumises à une exploitation du bois ou à une dégradation du couvert)
- Cette distinction devrait être faite dans toute sous-catégorie d'utilisation des terres forestières qu'un pays entend déclarer à la CCNUCC.
- Il s'ensuit qu'un pays devra également collecter les données correspondantes sur les stocks de carbone pour caractériser chaque sous-catégorie de terre forestière.



Méthode des forêts intactes/non intactes : définition des terres forestières intactes

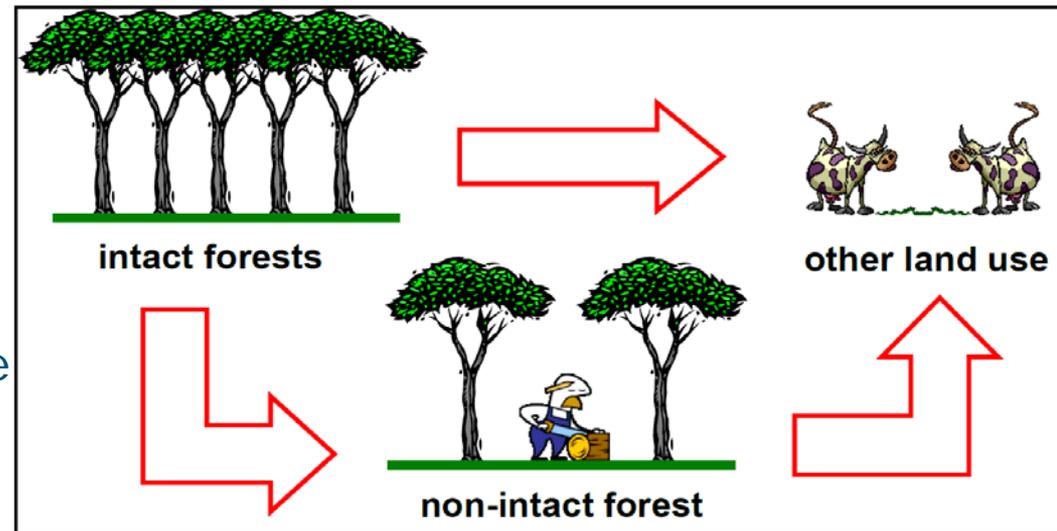
- Définies en fonction de paramètres fondés sur des critères spatiaux pouvant être appliqués objectivement et systématiquement à l'ensemble du territoire national.
- Exemple de définition nationale :
 - Situées sur des terres forestières conformément aux définitions de la CCNUCC avec une zone tampon dans la forêt
 - Contiennent une mosaïque continue d'écosystèmes naturels
 - Pas fragmentées par des infrastructures (routes, voies navigables, etc.)
 - Absence de signes de transformation humaine importante
 - Absence de terres brûlées et de plantations de jeunes arbres à proximité d'infrastructures

Source : Potapov et al. 2008.



Méthode des forêts intactes/non intactes – application à la comptabilisation du carbone

- Les émissions de carbone dues à la dégradation des forêts, quel que soit leur type, font intervenir deux facteurs : 1) la différence de teneur en carbone entre les forêts intactes et non intactes ; et 2) la superficie forestière intacte perdue pendant la période considérée
- La dégradation des forêts est incluse dans la conversion des forêts intactes en forêts non intactes et est donc comptabilisée en tant que variation des stocks de carbone dans la proportion des terres forestières restant des terres forestières



Source : Mollicone et al. 2007.



Méthode des forêts intactes/non intactes : matrice de changement d'affectation des terres

		À →	<i>Terres forestières</i>		<i>Autres terres</i>
			<i>« Forêts (naturelles) intactes »</i>	<i>« Forêts non intactes »</i>	
<i>Terres forestières</i>	<i>« Forêts (naturelles) intactes »</i>	<i>Préservation des forêts</i>	<i>Dégradation des forêts</i>	<i>Déboisement</i>	
	<i>« Forêts non intactes »</i>	<i>Amélioration des stocks de carbone (régénération des forêts)</i>	<i>Gestion durable des forêts</i>	<i>Déboisement</i>	
<i>Autres terres</i>		-	<i>Amélioration des stocks de carbone (B/R)</i>		

Source : Bucki et al. 2012.



Module 2.2 Suivi des données sur les activités concernant les forêts restant des forêts (y compris la dégradation des forêts)

Méthode des forêts intactes/non intactes : délimitation des terres forestières intactes

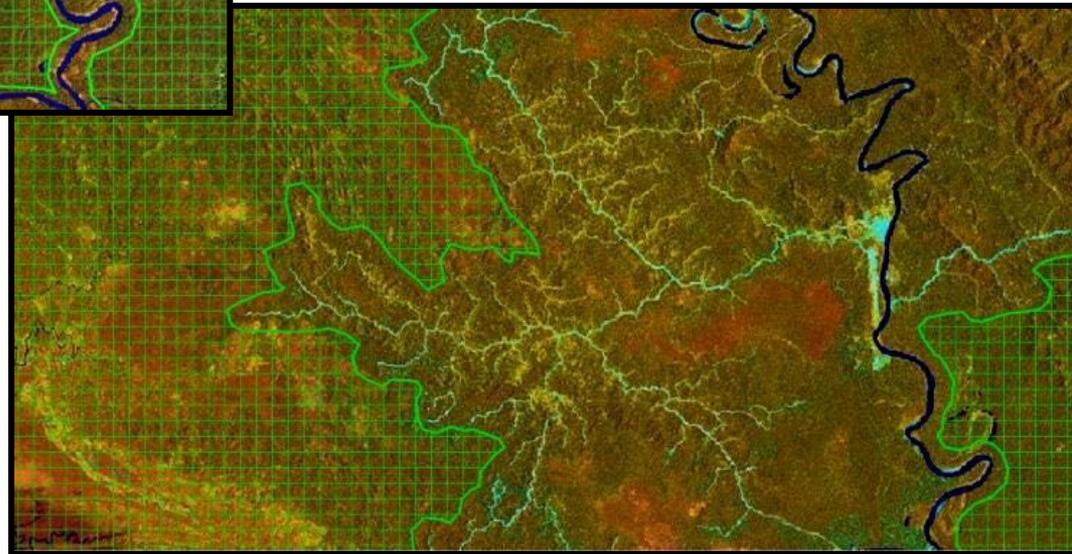
- Une procédure en deux temps pourrait être utilisée pour exclure les zones non intactes et délimiter les forêts intactes restantes en utilisant la « méthode négative » :
 1. Exclusion des zones entourant des établissements humains et des infrastructures et fragments résiduels de paysages inférieurs à 1 000 ha, à partir de cartes topographiques, de bases de données SIG, de cartes thématiques, etc. Cette première étape (potentiellement entièrement automatique) pourrait fournir un ensemble de fragments paysagers candidats avec des terres forestières potentiellement intactes
 2. L'exclusion des zones non intactes et la délimitation des terres forestières intactes sont réalisées en améliorant la définition des limites à l'aide de méthodes d'interprétation visuelles ou semi-automatiques d'images satellitaires à haute résolution (résolution spatiale : ~ 10-30 m pixel).



Exemple de délimitation entre forêts intactes/non intactes



a) Papouasie-Nouvelle-Guinée
26 décembre 1988



b) Papouasie-Nouvelle-Guinée
7 octobre 2002

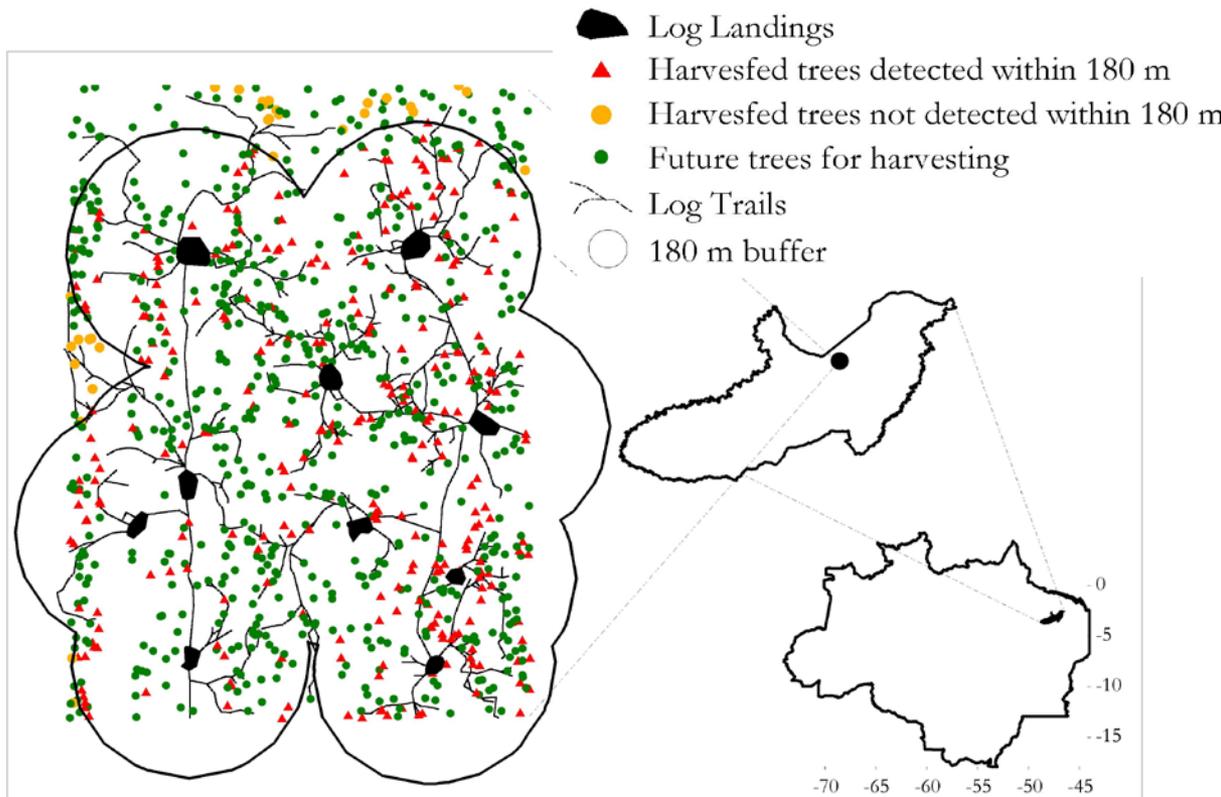
- Les zones hachurées sont considérées intactes.
- Dans la zone d'échantillonnage, en l'espace de 14 ans, 51 % des terres forestières intactes existantes ont été converties en terres forestières non intactes.
- Parallèlement, le déboisement représente moins de 1 % (routes).

Source : Potapov et al. 2008.



Autre exemple de méthode indirecte :

Utilisation de la télédétection et des SIG pour cartographier l'abattage sélectif



- La détection des routes et jetées dues à l'exploitation forestière peut être réalisée par télédétection.
- Des distances tampons peuvent être appliquées à l'aide des SIG pour estimer la superficie touchée par l'abattage.

Source : Souza and Barreto 2000.



Module 2.2 Suivi des données sur les activités concernant les forêts restant des forêts (y compris la dégradation des forêts)

46

Matériels de formation à REDD+ mis au point par GOFC-GOLD, Wageningen University, FCPF de la Banque mondiale

Plan du cours

1. Définition de la dégradation des forêts et contexte des Recommandations du GIEC en matière de bonnes pratiques
2. Types de dégradation des forêts
3. Méthodes d'évaluation des superficies forestières dégradées
 - i. Surveillance de la dégradation des forêts due à l'abattage sélectif
 - ii. Méthodes de télédétection
 - a) méthodes directes
 - b) méthodes indirectes

4. Logiciels nécessaires



Logiciel de cartographie de la dégradation des forêts

- Des logiciels commerciaux comme ENVI, ERDAS, PCI et ArcGIS peuvent être utilisés pour mettre en œuvre la majorité des méthodes mentionnées ci-dessus.
- Des logiciels spécialisés ont été spécialement développés pour cartographier et surveiller la dégradation des forêts :
 - CLASlite
 - ImgTools (voir exercices)



Récapitulatif

- Il est important de définir précisément la dégradation des forêts et d'établir une référence pour mesurer les variations des stocks de carbone au sein d'un espace forestier.
- La détection de la dégradation des forêts par observation de la terre n'est pas toujours possible.
- Différentes méthodes peuvent être utilisées pour évaluer différents types de dégradation des forêts :
 - Observations et levés sur le terrain
 - Méthodes de télédétection directe
 - Méthodes de télédétection indirecte
- Divers logiciels commerciaux et libres permettent de cartographier la dégradation des forêts



Exemples nationaux et exercices

Exemples nationaux :

- Pérou : Surveillance de la dégradation des forêts avec CLASlite
- Cameroun : Surveillance de la dégradation des forêts avec NDFI
- Bolivie : Surveillance de la dégradation des forêts avec SMA et NDFI

Exercices :

- Surveillance des processus de dégradation des forêts (abattage) avec ImgTools :
 - Partie 1 : Présentation d'ImgTools
 - Partie 2 : Détection de l'évolution des forêts avec SMA et NDFI
 - Partie 3 : Classification par arbre de décision utilisant une série chronologique d'images SMA et NDFI
- Cartographie des forêts intactes/non intactes à l'aide d'indicateurs indirects



Modules complémentaires recommandés

- **Module 2.3**, pour en savoir plus sur les méthodes d'évaluation des facteurs d'émission afin de calculer les changements affectant les stocks de carbone forestier.
- **Modules 3.1 à 3.3**, pour en savoir plus sur l'évaluation et la notification REDD+



Références

- Bucki et al. 2012. "Assessing REDD+ Performance of Countries with Low Monitoring Capacities : The Matrix Approach." *Environmental Research Letters* 7 : 014031. http://iopscience.iop.org/1748-9326/7/1/014031/pdf/1748-9326_7_1_014031.pdf.
- GFOI (Global Forest Observations Initiative). 2014. *Integrating Remote-sensing and Ground-based Observations for Estimation of Emissions and Removals of Greenhouse Gases in Forests : Methods and Guidance from the Global Forest Observations Initiative*. (Often GFOI MGD.) Geneva, Switzerland : Group on Earth Observations, version 1.0. <http://www.gfoi.org/methods-guidance/>.
- Ghilardi, Adrian, Gabriela Guerrero, and Omar Masera. 2007. "Spatial Analysis of Residential Fuelwood Supply and Demand Patterns in Mexico Using the WISDOM Approach." *Biomass and Bioenergy* 31 (7) : 475 – 491. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biombioe.2007.02.003>.
- 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*. (Often GOFC-GOLD Sourcebook.) Netherland : GOFC-GOLD Land Cover Project Office, Wageningen University. <http://www.gofcgold.wur.nl/redd/index.php>.



- Herold, M., et al. 2011. "Options for Monitoring and Estimating Historical Carbon Emissions from Forest Degradation in the Context of REDD+." *Carbon Balance and Management* 6 (13). doi : 10.1186/1750-0680-6-13. <http://www.cbmjournal.com/content/6/1/13>
- Hosonuma, N., M. Herold, V. De Sy, R. De Fries, M. Brockhaus, L. Verchot, A. Angelsen, and E. Romijn. 2012." An Assessment of Deforestation and Forest Degradation Drivers in Developing Countries." *Environmental Research Letters* 7 (4) 044009. doi : 10.1088/1748-9326/7/4/044009.
- Laurance, William F., and Carlos A. Peres. 2006. *Emerging Threats to Tropical Forests*. University of Chicago Press.
- Mollicone, D., et al. 2007. "An Incentive Mechanism for Reducing Emissions from Conversion of Intact and Non-intact Forests." *Climatic Change* 83 : 477 – 93.
- Morton, D., et al. 2011. "Historic Emissions from Deforestation and Forest Degradation in Mato Grosso, Brazil : 1) source data uncertainties." *Carbon Balance and Management* 6 (18). doi : 10.1186/1750-0680-6-18.
- Pearson, T. R. H, S. Brown, and F. M. Casarim. 2014. "Carbon Emissions from Tropical Forest Degradation Caused by Logging." *Environmental Research Letters* 9 (3) : 034017. doi : 10.1088/1748-9326/9/3/034017



- Potapov, P., et al. 2008. "Mapping the World's Intact Forest Landscapes by Remote Sensing." *Ecology and Society* 13: 51. <http://www.ecologyandsociety.org/vol13/iss2/art51/>.
- Simula, M. 2009. "Towards Defining Forest Degradation : Comparative Analysis Of Existing Definitions." Working Paper 154, FAO, Rome. <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/012/k6217e/k6217e00.pdf>
- Souza. 2012. "Monitoring of Forest Degradation." In : Achard, F., Hansen, M.C. *Global Forest Monitoring from Earth Observation*. CRC Press. <https://www.crcpress.com/product/isbn/9781466552012>
- Souza, C. and Barreto, P. 2000. An alternative approach for detecting and monitoring selectively logged forests in the Amazon. *International Journal of Remote Sensing*, 21, 173 – 179.
- UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change). 2008. "Informal Meeting of Experts on Methodological Issues Related to Forest Degradation : Chair's Summary of Key Messages." Bonn, October 20 – 21. http://unfccc.int/methods_science/redd/items/4579.php.

