

Module 2.1 Suivi des données sur les activités pour les forêts à l'aide de la télédétection

Auteurs :

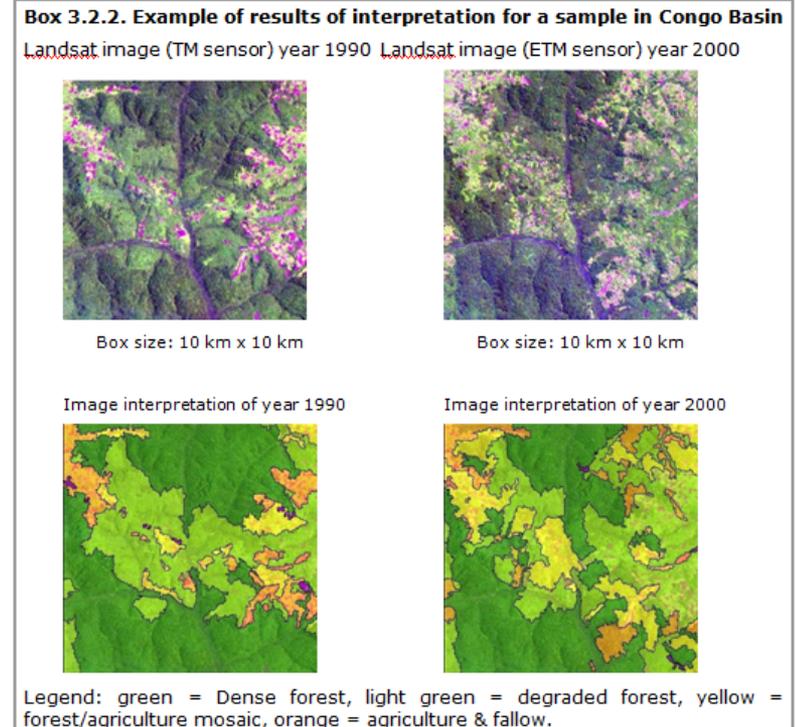
Frédéric Achard, Centre commun de recherche (JRC) de la Commission européenne (CE)

Jukka Miettinen, CE – JRC

Brice Mora, Université de Wageningen

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

- Faire la distinction entre différentes méthodes (de télédétection) pour surveiller l'évolution des superficies forestières
- Réaliser des analyses de l'évolution des superficies forestières à partir de données satellitaires Landsat



Source : Manuel de référence GOFC-GOLD 2014, encadré 3.2.2.

V1, mai 2015

Documents de référence

- GOFC-GOLD. 2014. *Sourcebook*. Sections 1.2, 2.1, 2.7 et 2.9. Section 3.2 pour les exemples nationaux.
- CCNUCC. 2011. Décision 1/CP16. Les accords de Cancún.
<http://unfccc.int/resource/docs/2010/cop16/fre/07a01f.pdf#page=2>
- GIEC. 2003. Recommandations en matière de bonnes pratiques pour l'utilisation des terres, le changement d'affectation des terres et la foresterie.
- 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 2.2.1 et 3.



Plan du cours

1. Introduction
2. Sélection de la méthode de surveillance
3. Classification et analyse des images
4. Évaluation de la précision
5. Limites de l'utilisation des données satellitaires



Plan du cours

1. Introduction

2. Sélection de la méthode de surveillance

3. Classification et analyse des images

4. Évaluation de la précision

5. Limites de l'utilisation des données satellitaires



Impératifs de la CCNUCC concernant la mesure et la notification des modifications des superficies forestières (1/2)

- Les méthodes du GIEC et les principes de notification de la CCNUCC ont été adoptés pour le futur mécanisme REDD+.
- Les méthodes du GIEC visent la notification complète, fidèle, transparente, cohérente et comparable des émissions et absorptions de GES (dont les modifications des superficies forestières).
- La notification comprend également une description détaillée de la méthode d'inventoriage adoptée et des améliorations prévues.

Voir le Module 3.3 sur la notification des résultats REDD+



Impératifs de la CCNUCC concernant la mesure et la notification des modifications des superficies forestières (2/2)

- Les lignes directrices du GIEC font référence à deux types d'informations permettant de calculer les inventaires de gaz à effet de serre : les **données sur les activités** et les **facteurs d'émission**.
- Pour ce qui est des données sur les activités, des données spatialement explicites sur le changement d'affectation des terres, obtenues par échantillonnage ou cartographie complète, sont encouragées.



Rôle clé de l'observation de la terre dans la surveillance des forêts tropicales

- Les systèmes nationaux de surveillance doivent impérativement :
 - i. Mesurer les changements portant sur l'ensemble des superficies forestières
 - ii. Utiliser des méthodes cohérentes pour obtenir des résultats fiables à intervalles réguliers
 - iii. Vérifier les résultats à l'aide d'observations au sol ou à très haute résolution

- La seule solution pratique pour mettre en œuvre de tels systèmes de surveillance dans les pays tropicaux, où l'accès aux zones forestières est souvent limité, consiste à interpréter les données de télédétection en se référant à des observations au sol.



Facteurs influençant la sélection et la mise en œuvre d'une méthode de surveillance

- De nombreuses méthodes sont fiables et adaptées à la surveillance des forêts à l'échelle nationale. Les facteurs influençant la conception du système de surveillance comprennent :
 - I. La situation nationale, en particulier les définitions et les sources de données existantes
 - II. Les décisions concernant la méthode d'évaluation du changement :
 - a. Imagerie satellitaire
 - b. Échantillonnage ou couverture complète
 - c. Interprétation entièrement visuelle ou semi-automatique
 - d. Évaluation de la précision ou de la cohérence
 - III. Les ressources disponibles :
 - i. Ressources matérielles et logicielles
 - ii. Formation requise



Plan du cours

1. Introduction

2. Sélection de la méthode de surveillance

3. Classification et analyse des images

4. Évaluation de la précision

5. Limites de l'utilisation des données satellitaires



Données requises sur les activités

- En fonction des décisions nationales sur la méthode à utiliser, les types suivants de données sur les activités/cartes peuvent être nécessaires pour notifier les modifications du couvert forestier :
 - Carte des zones forestières/non forestières (+ cartes des modifications)
 - Carte nationale représentant le couvert terrestre/l'affectation des terres (+ cartes des modifications)
 - Stratification des forêts
 - Carte des modifications des terres forestières (voir Module 2.2)
- Une méthode de surveillance permettant de produire les données requises sur les activités doit être sélectionnée en tenant compte de la situation nationale.



Définition des forêts ^(1/2)

- Les parties visées à l'Annexe I utilisent actuellement les définitions des forêts et du déboisement adoptées par la CCNUCC pour la mise en œuvre des articles 3.3 et 3.4 du protocole de Kyoto.
- La FAO utilise un couvert minimum de 10 %, une hauteur de 5 m et une superficie de 0,5 ha, en précisant que la foresterie devrait être la principale utilisation des terres de la zone.
- Pour le protocole de Kyoto, les parties devraient sélectionner une valeur unique pour le couvert arboré, la hauteur des arbres et la superficie dans les limites suivantes :
 - Superficie forestière minimum : 0,05 à 1 ha
 - Arbres susceptibles d'atteindre une hauteur minimale in situ de 2 à 5 m
 - Couvert arboré minimum : 10 – 30 %



Définition des forêts (2/2)

- Aucun accord sur une définition des forêts n'existe actuellement dans le cadre de REDD+.
- Les pays peuvent choisir leur propre définition des forêts à condition de la décrire clairement.
- On notera que les images de télédétection permettent d'observer le **couvert terrestre** tandis que des informations de terrain sont nécessaires pour connaître l'**affectation des terres**.



Désignation de l'espace forestier

- Dans l'idéal, des évaluations complètes devraient être réalisées pour identifier les espaces forestiers au sens des définitions des forêts de la CCNUCC.
- À défaut, des cartes relativement récentes des forêts pourraient être utilisées pour établir l'étendue totale des forêts.

Importants principes concernant l'établissement de l'étendue des forêts :

- L'espace forestier devrait inclure toutes les forêts situées sur le territoire national
- L'étendue totale des forêts devrait être utilisée de manière cohérente pour suivre l'évolution des forêts au cours de la période d'évaluation.



Sélection des images satellitaires

- De nombreux types de données fournis par des capteurs optiques à des résolutions et des coûts divers permettent de surveiller le déboisement.
- Le type de données satellitaires sélectionné dépend de la situation nationale (types de forêts, taille du pays, saisonnalité, fonds disponibles, etc.).
- Les types de données satellitaires les plus fréquemment utilisés pour surveiller le couvert forestier sont énumérés sur la diapositive suivante avec un résumé de leur utilité à diverses fins.



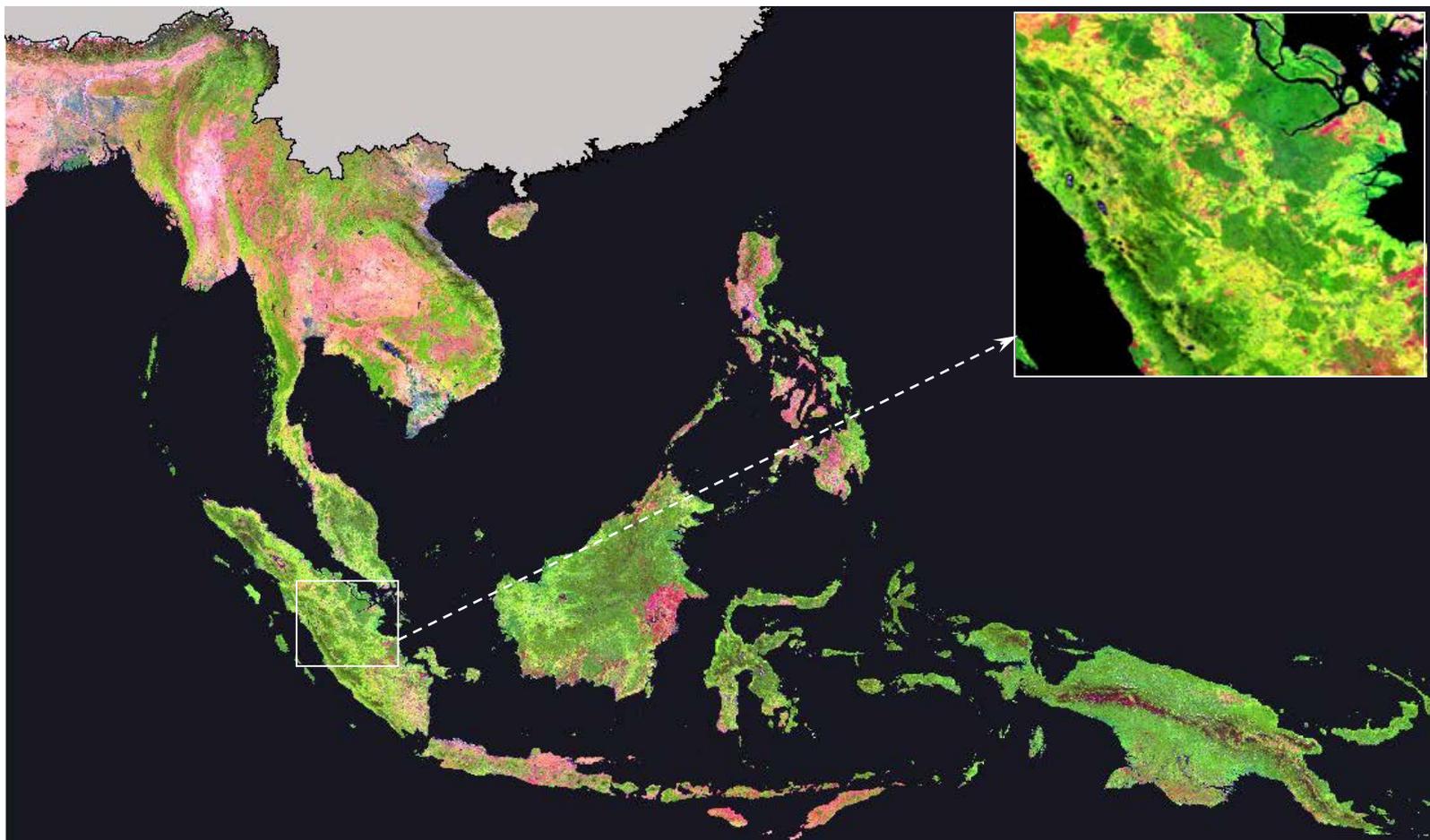
Utilité des capteurs optiques à différentes résolutions pour la surveillance du déboisement

Resolution	Examples of sensors	Minimum mapping unit (change)	Cost	Primary utility for deforestation monitoring
Coarse (250-1000 m)	SPOT-VGT Terra-MODIS Envisat-MERIS Suomi NPP - VIIRS	~ 100 ha ~ 10-20 ha	Low or free	Consistent pan-tropical annual monitoring to identify large clearings and locate "hotspots" for further analysis.
Medium (10-60 m)	Landsat TM, ETM+ and OLI Terra-ASTER IRS AWiFs or LISS III CBERS HRCCD DMC SPOT HRV ALOS AVNIR-2 Sentinel-2 MSI (2015→)	0.5 - 5 ha	Landsat & CBERS are free; for others: <\$0.001/km ² for historical data \$0.02-0.5/km ² for recent data	Primary tool to map deforestation and estimate forest area change.
Fine (<5 m)	RapidEye IKONOS QuickBird Aerial photos	< 0.1 ha	High to very high \$2 -30 /km ²	Validation of results from coarser resolution analysis, and training of algorithms.

Source : Manuel de référence GOFC GOLD 2014, tableau 2.1.1.



Exemple d'image composite SPOT VGT avec une résolution de 1 km pour l'année 2000 couvrant l'Asie du Sud-Est



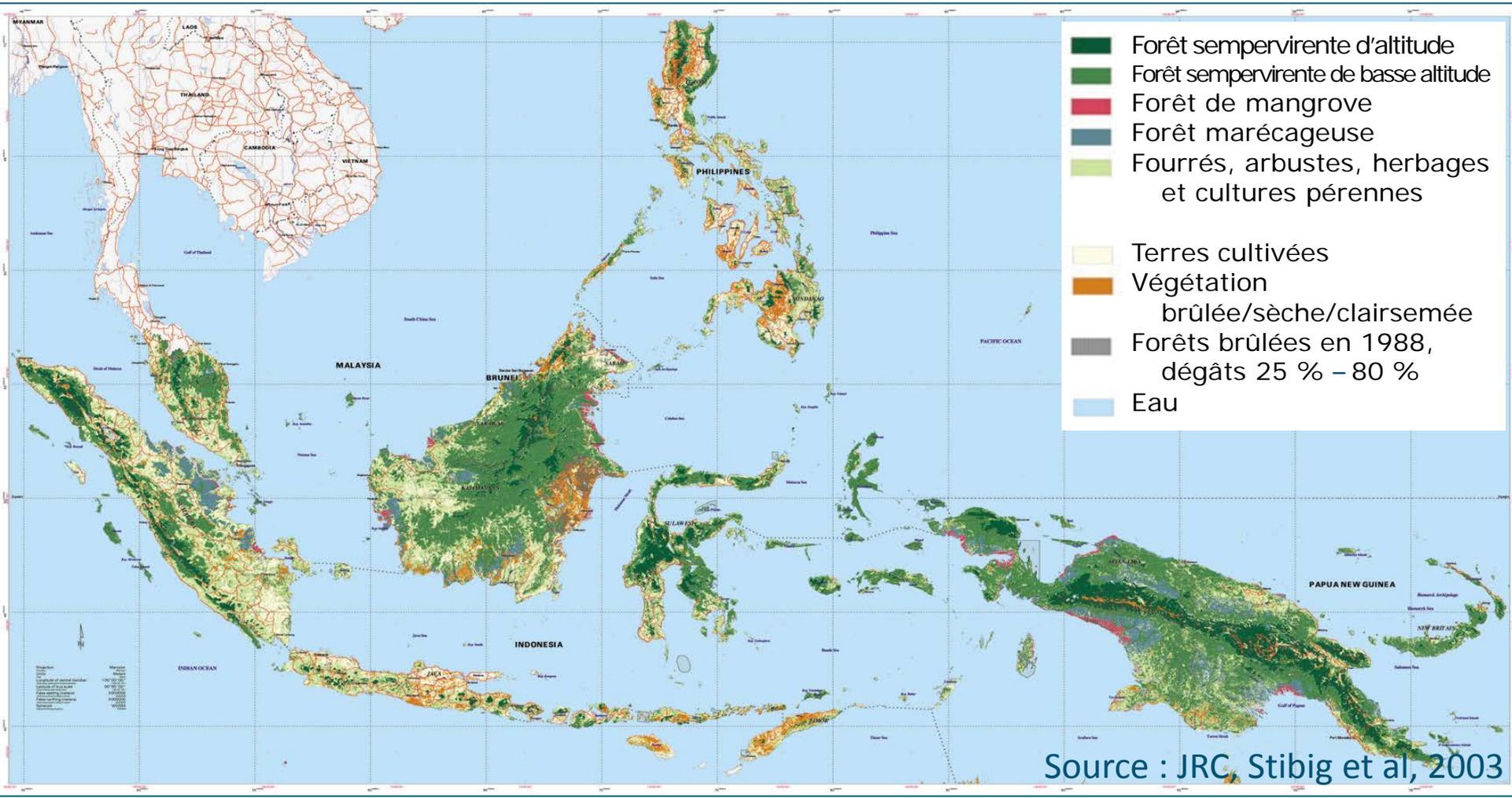
Source : JRC, Stibig et al, 2003



Module 2.1 Suivi des données sur les activités pour les forêts à l'aide de la télédétection

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

Exemple de carte du couvert forestier pour l'Asie du Sud-Est insulaire obtenue à partir d'images SPOT VGT à 1 km



Source : JRC, Stibig et al, 2003



Exemple de carte du couvert forestier établie à partir d'images Landsat TM d'un site du Brésil (résolution de 30 m)

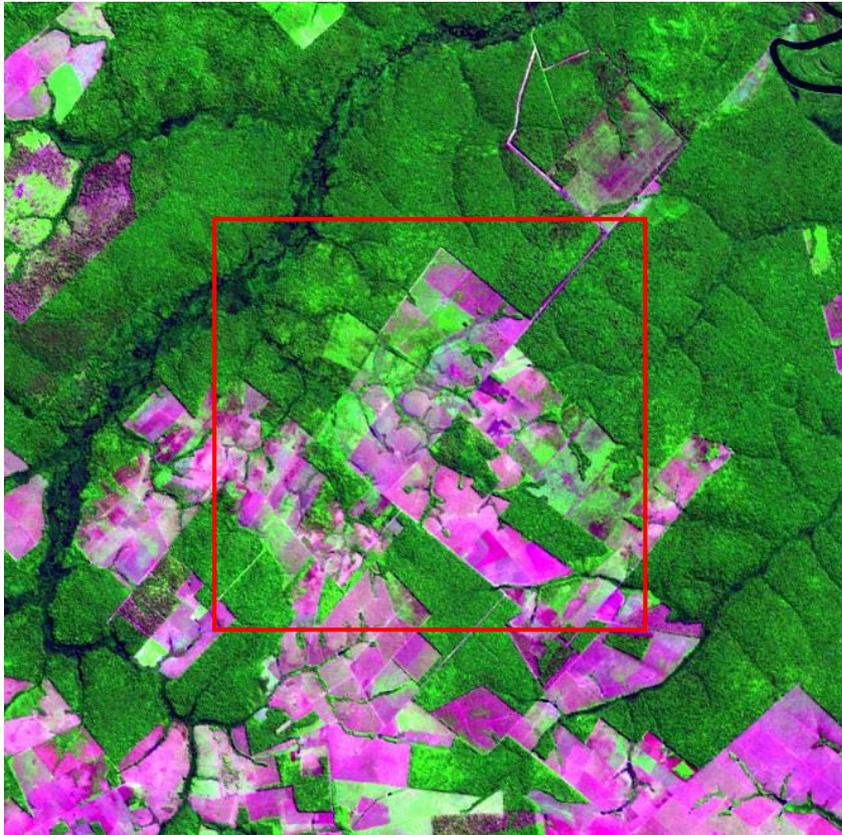


Image Landsat-5 TM du 15 juin 2005 : détail 20 km x 20 km

- Légende**
- Couvert arboré
 - Mosaïque du couvert arboré
 - Autres terres boisées
 - Autre couvert terrestre



Carte du couvert forestier
taille de la fenêtre 10 km x 10 km
centrée sur 12°S, 58°W

Sources : USGS 2015 ;
Eva, et al. 2012.



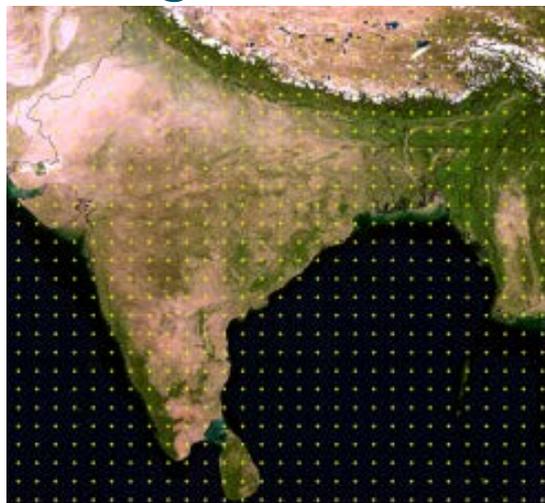
Décision entre une couverture complète et une couverture par échantillonnage

- La couverture complète est courante lorsqu'elle est adaptée à la situation nationale.
- Lorsque les ressources ne permettent pas d'obtenir une couverture complète, l'échantillonnage est plus efficace pour les grands pays.
- Les méthodes d'échantillonnage recommandées sont l'échantillonnage systématique et l'échantillonnage stratifié. Voir le Manuel de référence GOFC-GOLD (2012, encadré 2.1.2), diapositive suivante.
- Une méthode d'échantillonnage choisie pour une période considérée pourrait être étendue à une couverture complète pour la période suivante.



Échantillonnage systématique et stratifié

- L'échantillonnage systématique fournit des échantillons à intervalles réguliers, par exemple tous les 10 km.
- Les échantillons stratifiés sont répartis en fonction de variables auxiliaires obtenues à partir de données satellitaires à faible résolution ou en associant d'autres données géoréférencées ou cartographiques.



Échantillonnage systématique



Échantillonnage stratifié

Source : Manuel de référence GOFC-GOLD 2013, encadré 2.1.2.



Plan du cours

1. Introduction

2. Sélection de la méthode de surveillance

3. Classification et analyse des images

4. Évaluation de la précision

5. Limites de l'utilisation des données satellitaires

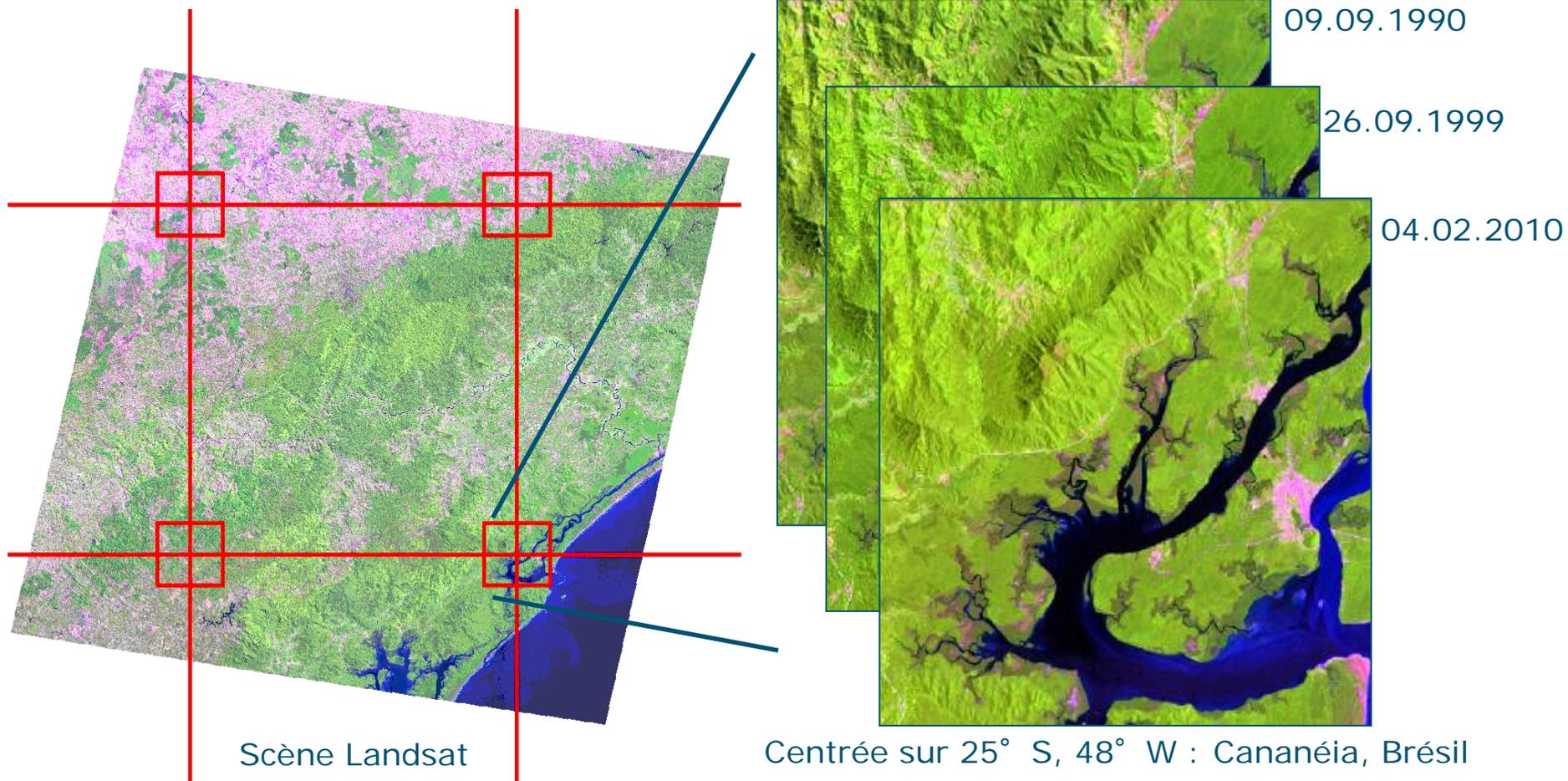


Traitement des données satellitaires

- Corrections géométriques :
 - L'erreur de localisation devrait être < 1 pixel ; les séries de données de référence (par exemple, GLS) peuvent être utilisées pour remplacer les points d'appui ou l'enregistrement des images
- Masquage des nuages et de leurs ombres :
 - Méthodes automatiques ou visuelles pour veiller au bien-fondé de l'interprétation des images
- Corrections radiométriques :
 - Dépendent de la méthode d'interprétation des images adoptée, pas nécessaires pour l'interprétation visuelle de scènes uniques mais essentielles pour l'analyse multodate automatique



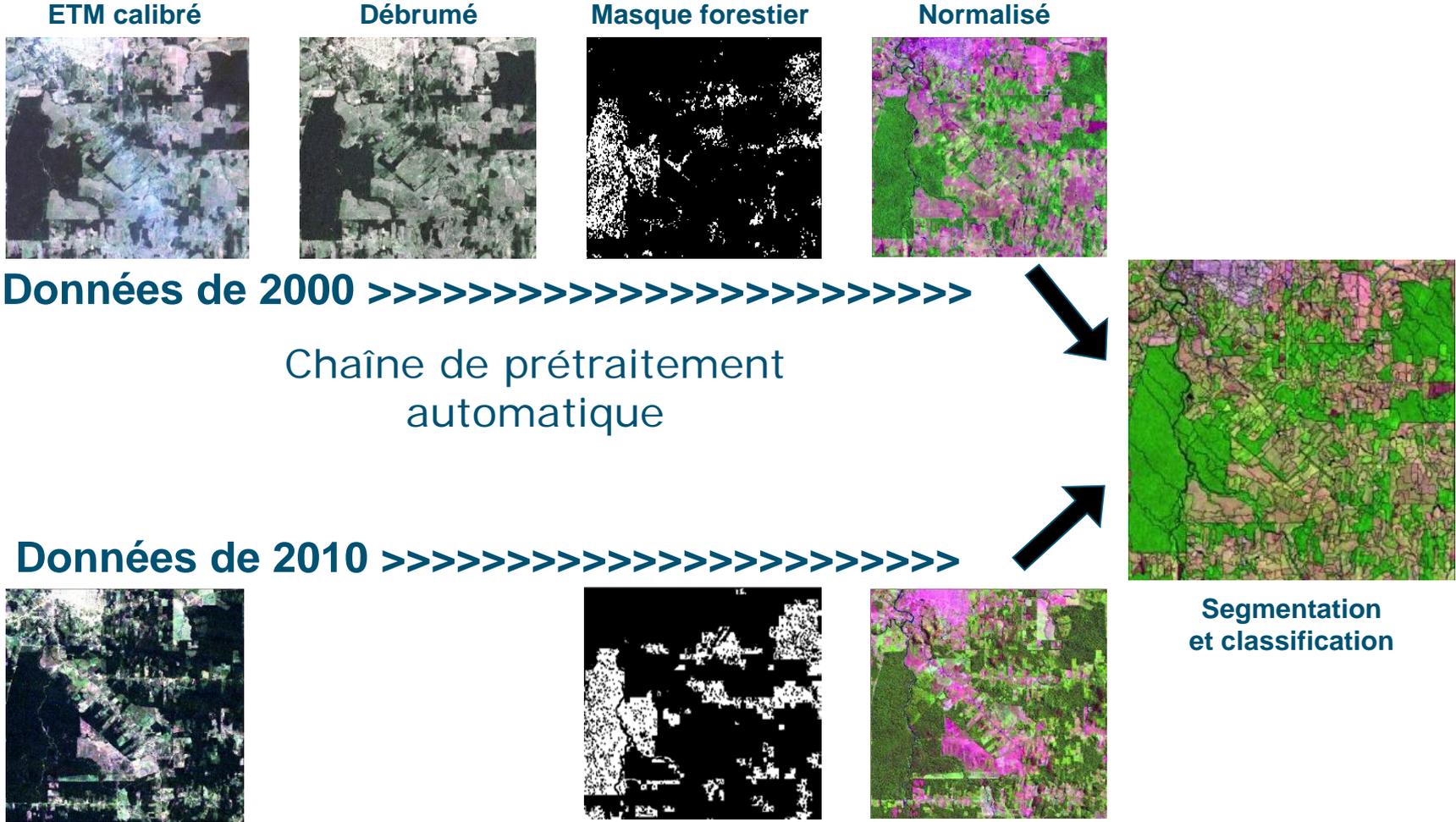
Corrections géométriques : exemple d'utilisation d'une série de données GLS pour le co-enregistrement des images



Source : USGS 2015, série de données GLS.



Correction radiométrique et atmosphérique : Exemple de chaîne de prétraitement automatique du Centre commun de recherche (CE)



Source : Bodart et al. 2011.

Analyse des données satellitaires

- La sélection de la méthode d'interprétation des images dépend des ressources disponibles.
- Quelle que soit la méthode sélectionnée, les résultats devraient être répétables par différents analystes.
- Même lorsque le processus est entièrement automatisé, les résultats devraient faire l'objet d'examens visuels par un analyste connaissant la région pour garantir une interprétation appropriée.
- Les principaux types de méthodes disponibles pour des séries de données avec une résolution de 30 m environ sont présentés dans la diapositive suivante (Manuel de référence GOFC-GOLD 2013, tableau 2.1.3) et quelques aspects importants des méthodes sélectionnées sont décrits dans les diapositives suivantes.



Principales méthodes d'analyse d'images à moyenne résolution (~ 30 m)

Method for delineation	Method for class labeling	Practical minimum mapping unit	Principles for use	Advantages / limitations
Point interpretation (points sample)	Visual interpretation	< 0.1 ha	<ul style="list-style-type: none"> - multiple date preferable to single date interpretation - On screen preferable to printouts interpretation 	<ul style="list-style-type: none"> - closest to classical forestry inventories - very accurate although interpreter dependent - no map of changes
Visual delineation (full image)	Visual interpretation	5 – 10 ha	<ul style="list-style-type: none"> - multiple date analysis preferable - On screen digitizing preferable to delineation on printouts 	<ul style="list-style-type: none"> - easy to implement - time consuming - interpreter dependent
Pixel based classification	Supervised labeling (with training and correction phases)	<1 ha	<ul style="list-style-type: none"> - selection of common spectral training set from multiple dates / images preferable - filtering needed to avoid noise 	<ul style="list-style-type: none"> - difficult to implement - training phase needed
	Unsupervised clustering + Visual labeling	<1 ha	<ul style="list-style-type: none"> - interdependent (multiple date) labeling preferable - filtering needed to avoid noise 	<ul style="list-style-type: none"> - difficult to implement - noisy effect without filtering
Object based segmentation	Supervised labeling (with training and correction phases)	1 - 5 ha	<ul style="list-style-type: none"> - multiple date segmentation preferable - selection of common spectral training set from multiple dates / images preferable 	<ul style="list-style-type: none"> - more reproducible than visual delineation - training phase needed
	Unsupervised clustering + Visual labeling	1 - 5 ha	<ul style="list-style-type: none"> - multiple date segmentation preferable - interdependent (multiple date) labeling of single date images preferable 	<ul style="list-style-type: none"> - more reproducible than visual delineation

Source : Manuel de référence GOF-C-GOLD 2013, tableau 2.1.3.



Délimitation visuelle des entités terrestres

- La délimitation visuelle des entités terrestres est une méthode viable pour la surveillance de l'espace forestier, en particulier lorsque les outils d'analyse d'images et l'expérience associée sont limités.
- La délimitation visuelle des entités terrestres sur des impressions (utilisée par le passé) n'est pas recommandée ; la délimitation à l'écran devrait être préférée car elle produit directement des résultats numériques.
- Les entités terrestres délimitées visuellement devraient également être légendées visuellement.



Segmentation d'images multidates

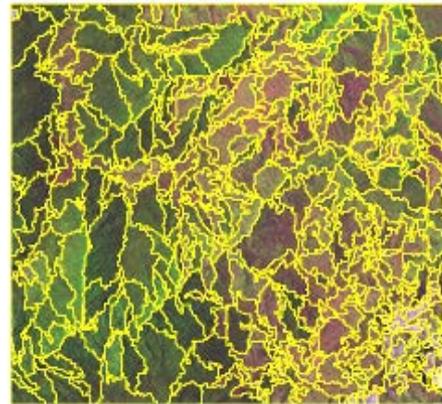
- La segmentation automatique réduit le temps de traitement et augmente le détail.
- Elle est objective et répétable.
- Elle délimite les zones modifiées en tant que segments distincts.
- Dans l'idéal, le processus d'analyse devrait inclure :
 - i. Segmentation d'images multidates à partir de paires d'images
 - ii. Sélection de la signature des zones/classes d'apprentissage
 - iii. Groupage dirigé d'images
 - iv. Vérification visuelle et modification potentielle



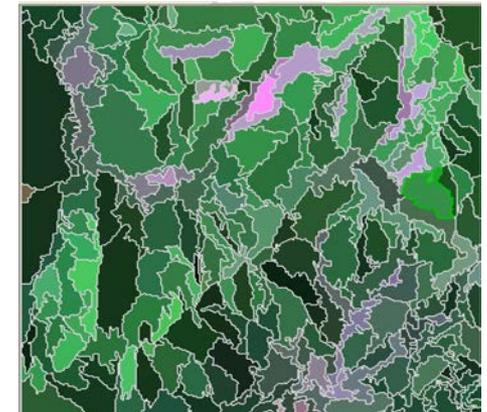
Exemple de segmentation multidate automatique et marquage de modification



Segmentation appariée



Marquage automatique de modification



Sources : USGS 2015, série de données GLS ; Bodart et al. 2011 ; et Raši et al. 2011.



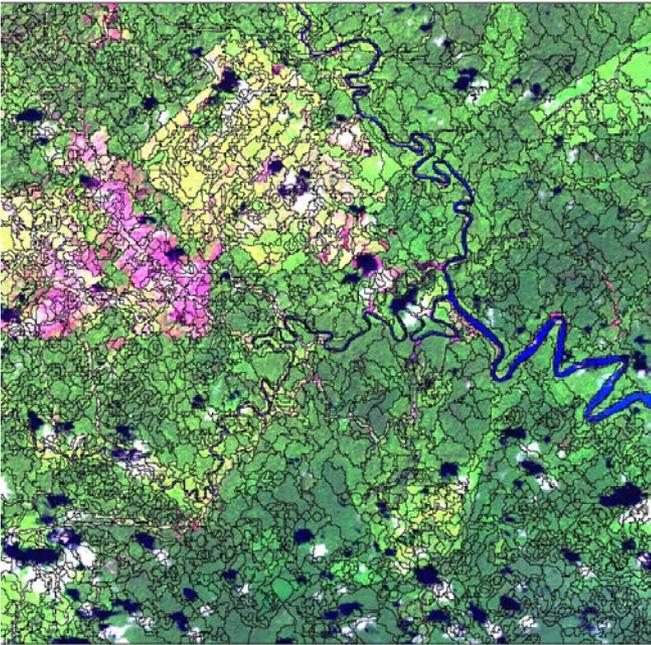
Classification numérique des segments d'images

- La classification numérique/automatique ne s'applique que dans le cas de segments automatiquement délimités.
- Deux classifications dirigées des objets réalisées séparément sur les deux images multidates sont recommandées plutôt qu'une unique classification dirigée des objets sur la paire d'images.
- Une série standard de données d'apprentissage prédéfinies de signatures spectrales pour chaque type d'écosystème devrait idéalement être utilisée pour créer des cartes initiales automatiques des forêts.
- Dans le cas d'un grand nombre d'images, les méthodes de classification dirigée sont jugées plus efficaces que les techniques de groupage non dirigé.

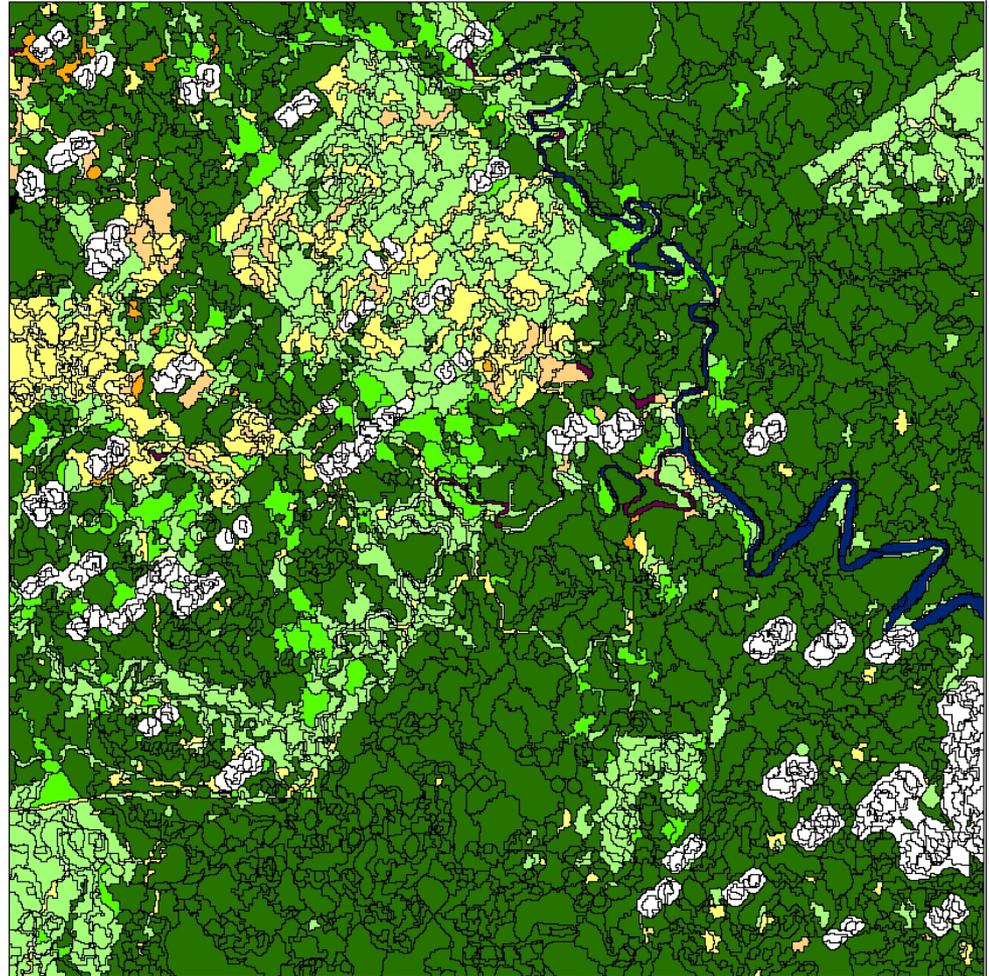


Exemple de classification automatique à l'aide d'une base de données de signatures

a)



b)



a) Segmentation multidate (2000 – 2010)

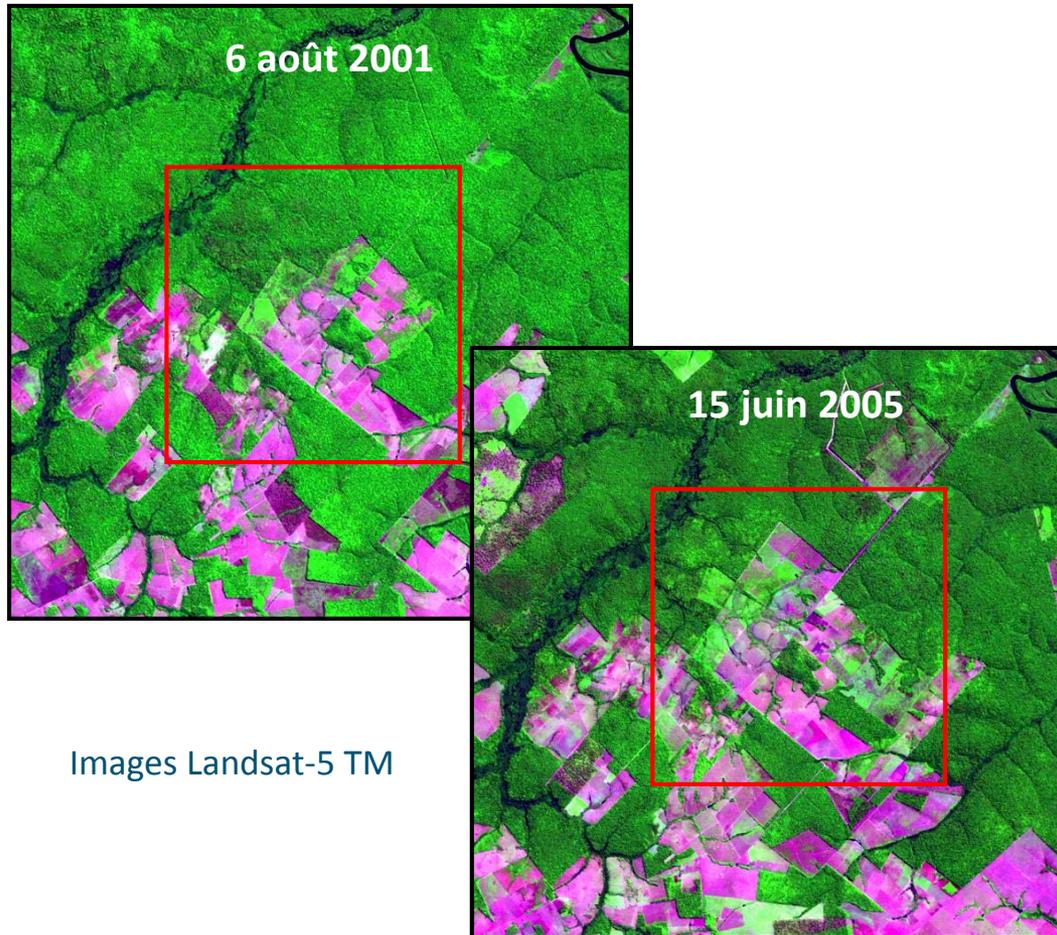
b) Classification automatique de l'image Landsat de l'an 2000 à partir de la base de données de signatures

Sources : USGS 2015, série de données GLS ; Bodart et al. 2011 ; et Raši et al. 2011.

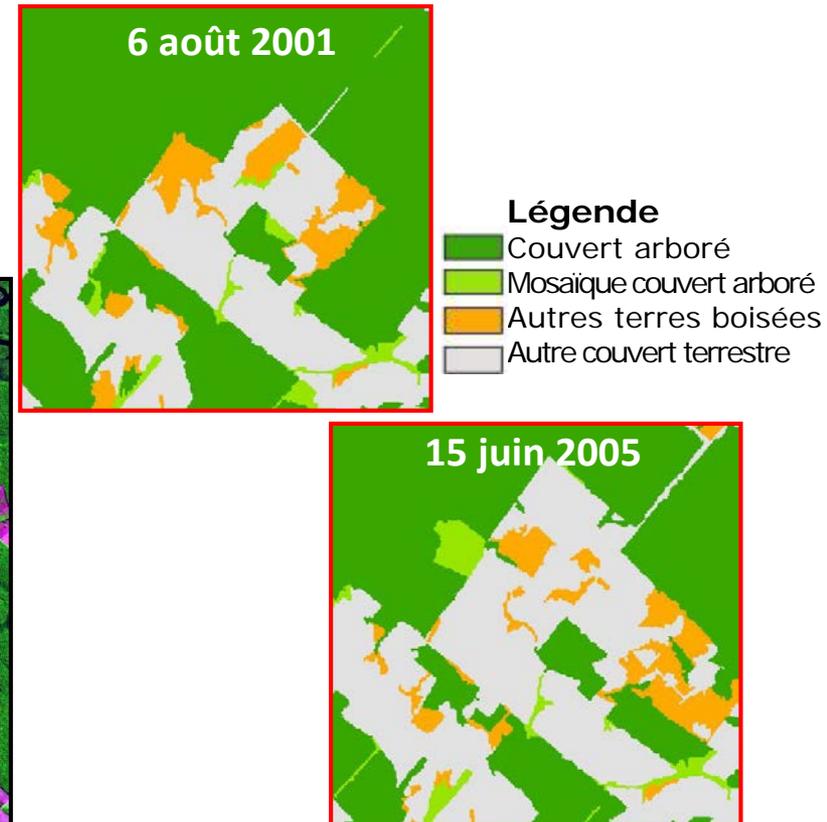
Légende

-  Couvert arboré
-  Arbustes et repousse
-  Herbes, plantes herbacées

Exemple de modification du couvert forestier établie à partir d'images Landsat TM d'un site du Brésil



Cartes du couvert terrestre de 2001 à 2005



Sources : USGS 2015, série de données GLS ; Eva et al. 2012.



Vérification visuelle

- La vérification (ou classification) visuelle est indispensable.
- La vérification devrait tirer parti des paires d'images.
- Les cartes existantes peuvent être utilisées comme support.
- Les paires d'images uniques sont préférées aux mosaïques d'images.
- Les caractéristiques spectrales, spatiales et temporelles (saisonnalité) des forêts doivent être prises en compte.



Exemple de validation visuelle des résultats de l'évaluation automatique JRC-FAO

Validation par des experts avec un outil de validation adapté

Contrôle et interprétation visuels de la cartographie automatique

Source : USGS 2015, série de données GLS ; JRC ; Simonetti et al. 2011

The screenshot displays a GIS validation tool interface. It features four map panes arranged in a 2x2 grid. The top-left pane shows a satellite-style map with a semi-transparent overlay. The top-right pane shows a color-coded map with a legend. The bottom-left pane shows another satellite-style map with a semi-transparent overlay. The bottom-right pane shows a color-coded map with a legend. The right side of the interface contains a control panel with a legend, a table for object and class IDs, and various selection and validation options. The legend includes categories like TREE COVER, BURNED COVER, WATER, and OTHER WOODED LAND. The control panel includes a table with columns for Obj_ID, Class_ID, and Description, and a section for PREDEFINED SELECTION with radio buttons for different validation actions. The bottom right corner features the JRC logo and the text 'EUROPEAN COMMISSION'.



Plan du cours

1. Introduction
2. Sélection de la méthode de surveillance
3. Classification et analyse des images
- 4. Évaluation de la précision**
5. Limites de l'utilisation des données satellitaires



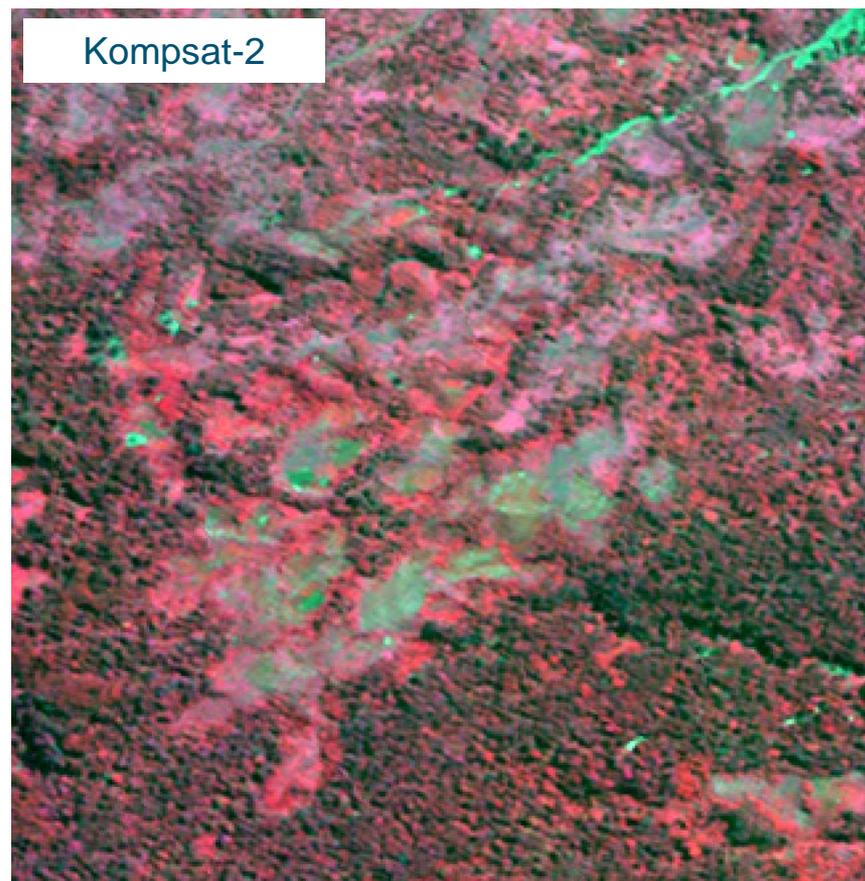
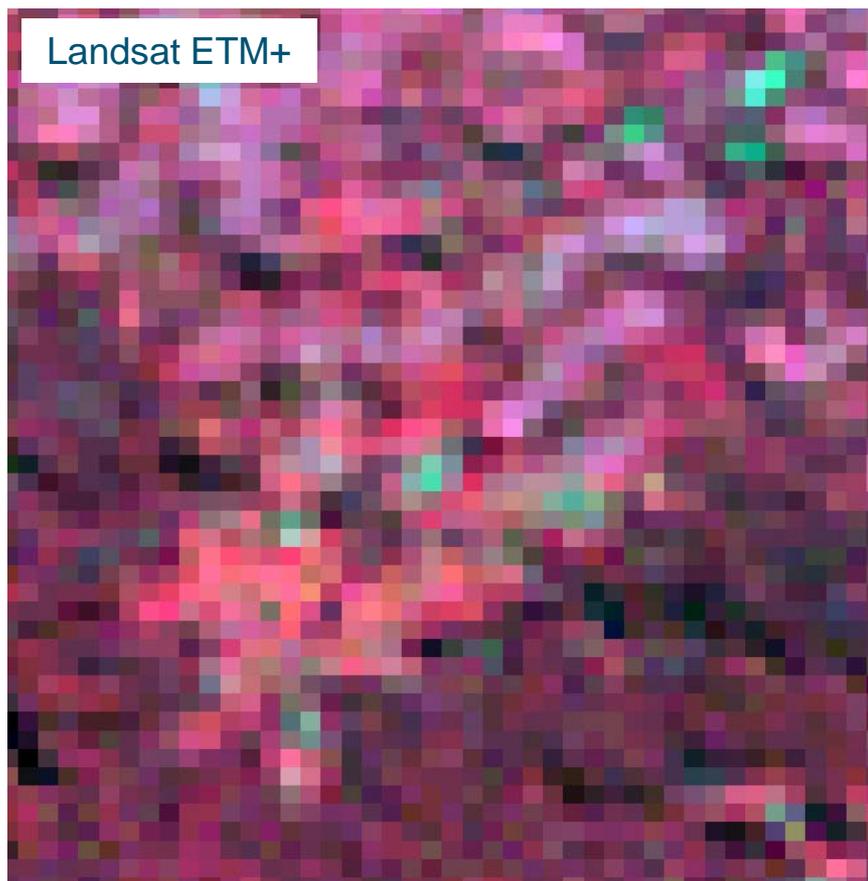
Concepts fondamentaux d'une évaluation de la précision

- La notification de la précision et la vérification des résultats sont des éléments essentiels d'un système de surveillance.
- L'évaluation de la précision devrait reposer sur des données de haute qualité, par exemple des observations ou des analyses in situ de données aériennes ou satellitaires de très haute résolution.
- Une attention doit être accordée au choix de la date de la série de données de référence, de sorte qu'elle corresponde dans le temps à la série de données utilisée pour la cartographie du couvert forestier.
- Dans l'idéal, un protocole d'échantillonnage statistiquement valide devrait être utilisé pour déterminer la précision ; il devrait donner lieu à une description quantitative de l'incertitude des estimations sur les superficies forestières.



Exemple d'utilisation d'images à très haute résolution aux fins d'évaluation de la précision

Comparaison Résolution LANDSAT 30 m/Kompsat-2 4 m (RGB : NIR-R-G)



Source : USGS 2015, série de données GLS ; ESA/projet JRC TropForest (Kompsat).



Considérations en matière de notification

- La modification du couvert terrestre est un important facteur d'émission et il est donc essentiel de fournir les meilleures estimations possible de l'étendue des zones concernées.
- Il est possible d'utiliser les résultats d'une évaluation rigoureuse de la précision pour corriger les estimations des superficies et estimer les incertitudes concernant les superficies de chaque classe.
- En l'absence de méthode statistique applicable, les informations obtenues par d'autres moyens peuvent être utilisées pour évaluer la précision de la carte. Ces informations comprennent :
 - Des comparaisons avec d'autres cartes
 - Un examen et une appréciation systématiques par des experts locaux
 - Des comparaisons avec des statistiques non spatiales



Plan du cours

1. Introduction

2. Sélection de la méthode de surveillance

3. Classification et analyse des images

4. Évaluation de la précision

5. Limites de l'utilisation des données satellitaires

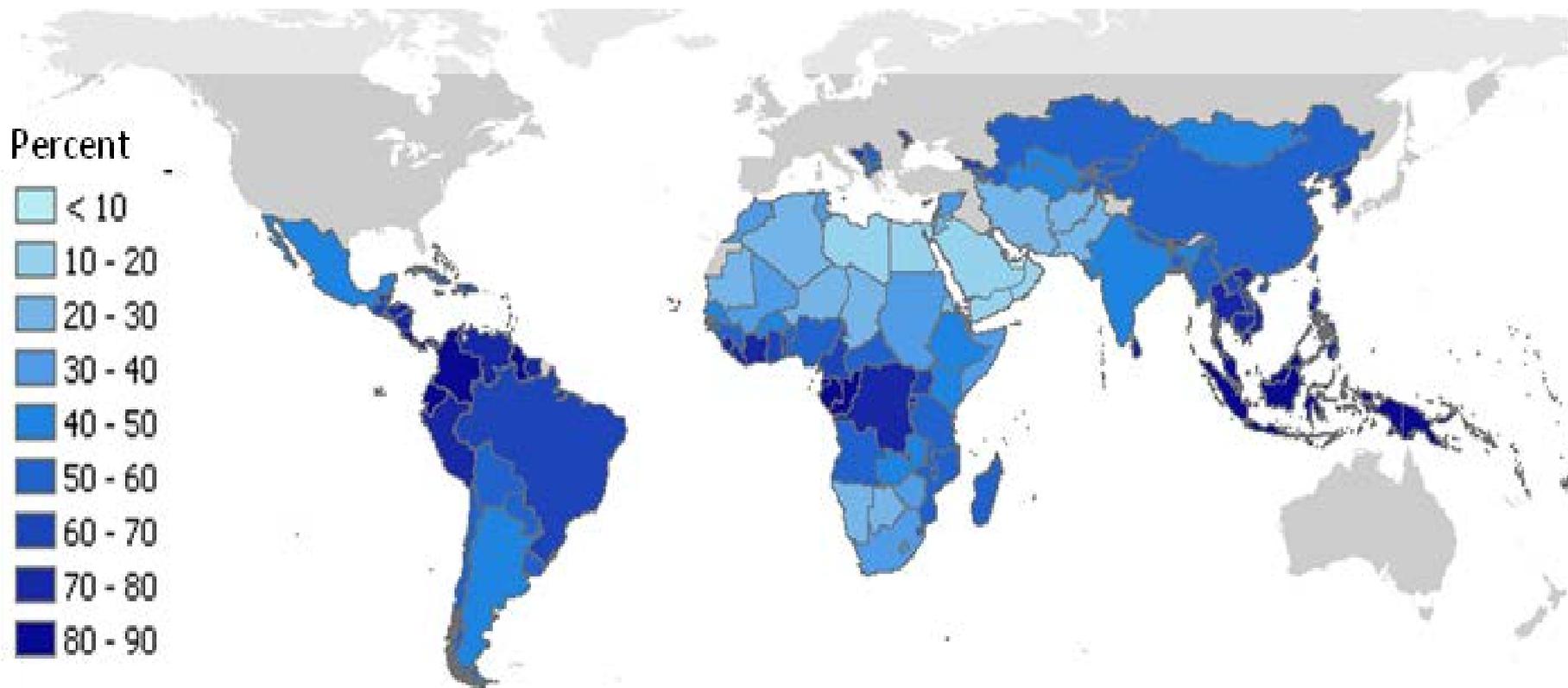


Principales raisons de ces limites

- Nuages et leurs ombres
- Autres effets atmosphériques (brume, fumée, etc.)
- Effet de la topographie sur la réflectance
- Fréquence d'observation insuffisante (tropiques humides, etc.)
- Pénurie de données historiques
- Compromis entre résolution spatiale et couverture
- Problème de comparabilité entre capteurs (série chronologique historique par exemple)



Principales raisons des limites : nébulosité



Nébulosité annuelle moyenne selon MODIS M3 (moyenne de la fraction nuageuse) et EECRA (Extended Edited Cloud Report Archive)

Source : Herold 2009.



Principales raisons des limites : pénurie de données historiques

Année
effective
d'acquisition
pour l'année
cible 1990

Année
effective
d'acquisition
pour l'année
cible 2000

Source : JRC ; Beuchle et al. 2011



Récapitulatif

- Les recommandations du GIEC et les décisions de la CCNUCC fournissent des lignes directrices générales devant être suivies pour formuler des définitions nationales des forêts et des méthodes de surveillance pour les activités REDD+.
- De nombreuses données et méthodes de télédétection peuvent être utilisées pour suivre les données sur les activités pour les forêts, de préférence avec :
 - Une analyse d'images multidates pour détecter les modifications
 - Des méthodes de classification dirigée répétables
 - Une vérification visuelle et une évaluation rigoureuse de la précision des cartes établies
- Malgré les limites des observations satellitaires, la télédétection est indispensable pour suivre les données sur les activités pour les forêts dans les pays tropicaux.



Exemples nationaux et exercices

Exemples nationaux

- Brésil (programme PRODES de surveillance du déboisement)
- Inde (FSI : The Forest Survey of India)
- République démocratique du Congo (échantillonnage systématique JRC-FAO)

Exercices

- Utilisation des séries chronologiques pour obtenir des estimations de l'évolution des superficies forestières



Modules complémentaires recommandés

- **Module 2.2**, pour en savoir plus sur le suivi des données sur les activités pour les forêts restant des forêts (y compris la dégradation des forêts)
- **Module 2.8**, pour en savoir plus sur l'évolution de la technologie, notamment des données radar
- **Modules 3.1 à 3.3**, pour en savoir plus sur l'évaluation et la notification REDD+



Références

- Beuchle, R., et al. 2011. "A Satellite Dataset for Tropical Forest Change Assessment." *International Journal of Remote Sensing* 32 : 7009 – 7031. doi : 10.1080/01431161.2011.611186.
- Bodart, C., et al. 2011. "Pre-processing of a Sample of Multi-scene and Multi-date Landsat Imagery used to Monitor Forest Cover Changes over the Tropics." *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* 66 : 555 – 563.
- Eva, H. D., et al. 2012. "Forest Cover Changes in Tropical South and Central America from 1990 to 2005 and Related Carbon Emissions and Removals." *Remote Sensing* 4 (5) : 1369 – 1391. doi : 10.3390/rs4051369.
- FAO (Food and Agriculture Organization). 2010. *FAO Forest Resources Assessment of 2010 (FRA)*. Rome : FAO. <http://www.fao.org/docrep/013/i1757e/i1757e.pdf>.
- FAO. 2015. *FAO Forest Resources Assessment of 2015 (FRA)*. Rome : FAO. <http://www.fao.org/forestry/fra/fra2015/en/>.
- 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/>.



- 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>.
- Hansen, M. C., et al. 2013. "High-resolution Global Maps of 21st-century Forest Cover Change." *Science* 342 : 850 – 853.
- Herold, M. 2009. *An Assessment of National Forest Monitoring Capabilities in Tropical Non-annex I Countries : Recommendations for Capacity Building*. Report for The Prince's Rainforests Project and The Government of Norway. Friedrich-Schiller-Universität Jena and GOFC-GOLD. http://princes.3cdn.net/8453c17981d0ae3cc8_q0m6vsqxd.pdf
- IPCC, 2003. *2003 Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry*, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Penman, J., Gytarsky, M., Hiraishi, T., Krug, T., Kruger, D., Pipatti, R., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T., Tanabe, K., Wagner, F. (eds.). Published : IGES, Japan. <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gpplulucf/gpplulucf.html> (Often referred to as IPCC GPG)
- Raši, R., et al. 2011. "An Automated Approach for Segmenting and Classifying a Large Sample of Multi-date Landsat-type Imagery for pan-Tropical Forest Monitoring." *Remote Sensing of Environment* 115 : 3659 – 3669.



- Simonetti, D., et al. 2011. *User Manual for the JRC Land Cover/Use Change Validation Tool*. EUR - Scientific and Technical Research Reports. Brussels : Publications Office of the European Union. <http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/111111111/16104>.
- Stibig, H.J., et al. 2003. "Mapping of the Tropical Forest Cover of Insular Southeast Asia from SPOT4-Vegetation Images." *International Journal of Remote Sensing* 24 (18) : 3651 – 3662.
- USGS (US Geological Survey). 2015. Global Land Survey (GLS) Datasets. Last modified April 20, 2015. <http://glovis.usgs.gov/>.

