

Changement d'utilisation des terres forestières mondiales 1990–2005



Photographies de couverture:

Gauche: Pruche occidentale, forêt naturelle de *Tsuga heterophylla*, Alaska (B. Ciesla)

Centre: Composition RGB (Bandes 5, 4 et 3) de Landsat 7, pour un échantillon de 20 km par 20 km situé à 72° Ouest et 38° Sud, Chili (U.S. Geological Survey)

Droite: Forêt coupée pour l'agriculture, Thaïlande (FAO/14639/K. Boldt)

Changement d'utilisation des terres forestières mondiales 1990–2005

ÉTUDE
FAO:
FORÊTS

169

par

**Erik J. Lindquist,
Rémi D'Annunzio,
Adam Gerrand,
Kenneth MacDicken,
Frédéric Achard,
René Beuchle,
Andreas Brink,
Hugh D. Eva,
Philippe Mayaux,
Jesús San-Miguel-Ayanz,
Hans-Jürgen Stibig**

Citation recommandée: **FAO et CCR. 2012. *Changement d'utilisation des terres forestières mondiales 1990-2005***, par E.J. Lindquist, R. D'Annunzio, A. Gerrand, K. MacDicken, F. Achard, R. Beuchle, A. Brink, H.D. Eva, P. Mayaux, J. San-Miguel-Ayanz, H.-J. Stibig. Étude FAO: Forêts No 169, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture et Centre commun de recherche de la Commission européenne, Rome, FAO.

Les appellations employées dans ce produit d'information et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) aucune prise de position quant au statut juridique ou au stade de développement des pays, territoires, villes ou zones ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites. La mention de sociétés déterminées ou de produits de fabricants, qu'ils soient ou non brevetés, n'entraîne, de la part de la FAO, aucune approbation ou recommandation desdits produits de préférence à d'autres de nature analogue qui ne sont pas cités.

Les opinions exprimées dans ce produit d'information sont celles du/des auteur(s) et ne reflètent pas nécessairement les vues ou les politiques de la FAO.

ISBN 978-92-5-207399-4

© FAO 2013

La FAO encourage l'utilisation, la reproduction et la diffusion des informations figurant dans ce produit d'information. Sauf indication contraire, le contenu peut être copié, téléchargé et imprimé aux fins d'étude privée, de recherches ou d'enseignement, ainsi que pour utilisation dans des produits ou services non commerciaux, sous réserve que la FAO soit correctement mentionnée comme source et comme titulaire du droit d'auteur et à condition qu'il ne soit sous-entendu en aucune manière que la FAO approuverait les opinions, produits ou services des utilisateurs.

Toute demande relative aux droits de traduction ou d'adaptation, à la revente ou à d'autres droits d'utilisation commerciale doit être présentée au moyen du formulaire en ligne disponible à www.fao.org/contact-us/licence-request ou adressée par courriel à copyright@fao.org.

Les produits d'information de la FAO sont disponibles sur le site web de la FAO (www.fao.org/publications) et peuvent être achetés par courriel adressé à publications-sales@fao.org.

Table des matières

Remerciements	vii
Avant-propos	viii
Acronymes et abréviations	ix
Résumé exécutif	x
1. Introduction	1
Enquête par télédétection de FRA 2010	1
2. Méthodes et matériels	3
Occupation des sols et utilisation des terres	3
Plan d'échantillonnage systématique	3
Sources des images satellite	4
Prétraitement des images	4
Classification automatisée de l'occupation des sols	5
Modèles de classification	8
Classification de l'utilisation des terres	9
Conversion de l'occupation des sols en utilisation des terres	9
Interprétation, validation et correction des classes d'occupation des sols et d'utilisation des terres par les experts	10
3. Analyse des données	13
Pas de données	13
Réglage pour pondérer la latitude et la superficie	13
Agrégation pour l'analyse par région et domaine climatique	15
Gains et pertes de superficie forestière	15
Annualisation des changements de superficie forestière	15
Erreur	16
4. Résultats et discussion	17
La superficie d'utilisation des terres forestières a diminué entre 1990 et 2005	18
Pertes et gains de forêt au niveau mondial	18
Différences régionales dans les pertes et gains de forêt	18
Différences dans les taux de changement annuels par région et domaine	21
Comparaison avec d'autres études de la FAO	21
Causes du changement d'utilisation des terres	27
Évaluation de la précision	28
5. Conclusion	29
Intégration de l'imagerie satellitaire à basse résolution pour faciliter la classification	29
Importance de la révision de la classification	29
Utilité des images Landsat pour une surveillance mondiale	30
Mise en place de réseaux mondiaux	30

Références bibliographiques	31
Annexe 1. Méthodologies de révision des données spécifiques à certains pays	35
Annexe 2. Sites d'enquête traités ou analysés	37
Annexe 3. Personnes ayant contribué à l'examen et la révision des données	39
Annexe 4. Détails des calculs	41

Figures

1	Les 15 779 points de la grille d'échantillonnage utilisés dans l'enquête, avec une densité réduite au-delà de 60° de latitude nord et sud	3
2	Exemple d'une combinaison d'images prises à trois dates différentes permettant d'obtenir une image composite avec des segments qui capturent les changements de réflectance pour chaque période	6
3	Organigramme global du traitement des données réalisé par la FAO	7
4	Classes d'occupation des sols et d'utilisation des terres et leurs codes numériques	10
5	Outil de validation du CCR montrant les images Landsat de chaque période de l'enquête (à gauche) et les classes d'utilisation des terres de la FAO (au centre)	11
6	13 066 sites ont été finalement utilisés dans l'analyse RSS 2010	13
7	Régions (a) et domaines climatiques (b) utilisés pour l'agrégation et l'analyse	14
8	Distribution des dates des images satellite utilisées pour chaque période de l'enquête	16
9	Superficie forestière par région, 1990, 2000 et 2005	19
10	Superficie forestière par domaine, 1990, 2000 et 2005	19
11	Gains et pertes bruts et changements nets de superficie forestière, par région FRA, 1990-2000 et 2000-2005	20
12	Gains et pertes bruts et changements nets de superficie forestière, par domaine de la FAO, 1990-2000 et 2000-2005	20
13	Répartition des points d'échantillonnage pantropicaux, RSS 2000	22
14	Superficie forestière pantropicale pour 1990 et 2000, selon les estimations RSS 2000 et RSS 2010	22
15	Changement net annuel de superficie forestière pantropicale entre 1990 et 2000 selon les estimations de RSS 2000 et RSS 2010	23
16	Superficie forestière pantropicale en 1980, 1990, 2000 et 2005	24
17	Comparaison des superficies forestières par région, selon FRA 2010 et RSS 2010	24
18	Relation entre la proportion de domaine climatique sec par région et la différence proportionnelle entre les estimations de superficie forestière de FRA 2010 et RSS 2010 pour cette région	25
19	Changement net de superficie forestière selon le RSS 2010 et FRA 2010	26

Cuadros

1	Modèle de labellisation d'occupation des sols avec une UCM de 5 ha (niveau 2), basé sur le pourcentage de composition des segments de niveau 1 sous-jacents, par ordre décroissant de priorité	7
2	Superficie moyenne de forêt (000 ha \pm intervalle de confiance) par région et domaine climatique, 1990, 2000 et 2005	15
3	Importance des changements nets annuels et des gains et pertes bruts annuels pour les régions et les domaines	17
4	Valeurs de p pour la pente de la ligne formée par un modèle linéaire général reliant le changement annualisé net, les gains et les pertes bruts avec la période d'enquête par région et domaine	17
5	Test ANOVA pour le changement net annuel de superficie forestière, par domaine et année	18

6	Résultats REML concernant le changement net annuel par domaine et période d'enquête (1990-2000 et 2000-2005)	18
7	Changement net annuel moyen en superficie forestière et intervalles de confiance de 95 pour cent entre les périodes d'enquête pour les régions FRA et les domaines de la FAO	19

Remerciements

La FAO et le Centre commun de recherche (CCR) de la Commission européenne ont conjointement préparé ce document sur l'enquête par télédétection (ETD) de l'évaluation des ressources forestières mondiales (FRA) de 2010. Ils tiennent à exprimer leurs remerciements pour l'aide et la contribution de nombreuses organisations, pays, donateurs, et autres partenaires et experts.

C'est la Commission européenne qui a fourni la contribution financière majeure pour l'enquête par télédétection de FRA 2010 pour la période 2009-11. Les autres partenaires financiers sont l'Administration nationale pour l'aéronautique et l'espace (NASA), le Centre Heinz, et les gouvernements de l'Australie et de la Finlande.

Les gouvernements de l'Australie, du Brésil, de la France, de la Norvège et des États-Unis d'Amérique sont également remerciés pour leurs contributions extrabudgétaires ou détachements de personnes.

Plus de 200 forestiers et experts en télédétection ont collaboré à ce rapport, à la fois directement et indirectement, ils sont énumérés en Annexe 3. Cette collaboration a été essentielle à la réussite de l'enquête par télédétection de FRA 2010 et a été grandement appréciée.

Les auteurs tiennent également à remercier les personnes de la FAO suivantes pour leurs contributions: Mette Løyche Wilkie, Renato Cumani, Antonio Di Gregorio, Emma Foti, Monica Garzuglia, Stefano Giaccio, Örjan Jonsson, John Latham, Antonio Martucci, Marisalee Palermo, Anssi Pekkarinnen et Ilaria Rosati. Plusieurs consultants de la FAO ont également contribué à ce document: Ralph Ridder a donné des conseils sur le plan d'échantillonnage, Marieke Sandker a examiné des milliers d'échantillons de télédétection et participé à la gestion de la base de données, et Susan Iremonger a mis à jour les cartes des domaines climatiques.

Les auteurs veulent aussi remercier les membres du CCR et de son partenaire, l'Université de Louvain-La-Neuve pour leur contribution: Catherine Bodart, Silvia Carboni, Pierre Defourny, François Donnay, Céline Ernst, Désirée Johansson, Pieter Kempeneers, Ouns Kissiyar, Andrea Lupi, Rastislav Raši, Roman Seliger, Dario Simonetti, Fernando Sedano, Lucie Seebach, Peter Strobl, Astrid Verheggen, Peter Vogt, Michael Vollmar et Carlos de Wasseige.

Tom Loveland et le personnel de l'United States Geological Survey ont contribué à l'obtention de grandes quantités de données Landsat nécessaires à l'enquête par télédétection de FRA 2010. Matt Hansen, Peter Potapov et Anil Kommareddy (Université d'État du Dakota du Sud) ont participé au pré-traitement des données Landsat utilisées par la FAO. Qu'ils soient tous remerciés.

Avant-propos

Les forêts du monde sont essentielles pour la subsistance de l'homme. Elles sont de plus en plus reconnues pour la vaste gamme de produits et de services écosystémiques essentiels qu'elles fournissent. Des informations exactes et à jour sur l'étendue des forêts du monde, et la façon dont elles évoluent, n'ont donc jamais été aussi importantes.

L'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) recueille des données et publie des inventaires sur les forêts mondiales depuis plus de 60 ans. Ses évaluations des ressources forestières (FRA) rassemblent, analysent et compilent les données fournies par les pays membres de la FAO sur une large gamme de variables relatives aux forêts et présentent ses résultats tous les cinq ans. Notamment sur le changement de superficie forestière et la dynamique de perte de forêt (suite à la déforestation et, dans une moindre mesure, en raison de causes naturelles) et les gains (liés au boisement et à l'expansion naturelle des forêts, sur des terres agricoles abandonnées par exemple). De nombreux pays, cependant, n'ont pas suffisamment de données ni séries de mesures comparables à partir desquelles faire des évaluations fiables de l'évolution des changements de forêt.

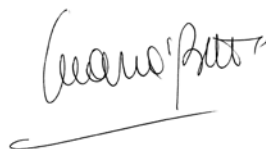
Avec le développement rapide, au cours des 40 dernières années, de la surveillance par satellite au niveau mondial, telle que la longue série chronologique de données acquises par le satellite Landsat, de meilleures données existent – comme jamais on n'a pu en bénéficier auparavant – pour réaliser une étude approfondie du changement de superficie forestière à l'échelle mondiale. Il est essentiel d'examiner de manière plus détaillée la superficie forestière et la façon dont elle a évolué ces dernières années.

Ce rapport sur l'Enquête par télédétection de FRA 2010 est le premier de son genre à présenter des estimations systématiques de l'utilisation et du changement des terres forestières mondiales. Il est le résultat de nombreuses années de planification et de trois années de travail détaillé effectué par le personnel de la FAO et le Centre commun de recherche (CCR) de la Commission européenne, assistés d'experts techniques provenant de plus de 100 pays. Dès ses débuts, l'objectif ambitieux de l'enquête par télédétection de FRA 2010 a été d'utiliser les données de télédétection pour obtenir des estimations mondiales exhaustives de la superficie forestière et des changements dans le couvert forestier et l'utilisation des terres forestières entre 1990 et 2005.

Il a été dit que « nous ne pouvons pas gérer ce que nous ne pouvons pas mesurer ». Nous sommes ravis de ce partenariat qui s'est développé entre la FAO, le CCR et les pays membres de la FAO dans le but de s'assurer que les décisions futures sur les forêts sont fondées sur des informations fiables. Ce rapport constitue une avancée dans cette direction. Nous remercions les auteurs et toutes les personnes qui y ont contribué et recommandons la lecture de ce rapport à tous ceux qui veulent connaître les changements au niveau des forêts mondiales.



Eduardo Rojas-Briales
Assistant Directeur-général
Département des forêts de la FAO



Maria Betti
Directeur
Institut pour l'environnement
et la durabilité
CCR

Acronymes et abréviations

ANOVA	analyse de la variance
CCR	Centre commun de recherche de la Commission européenne
EOSD	Earth Observation for Sustainable Development of Forests (Canada)
ETD	Enquête par télédétection de l'évaluation des ressources forestières mondiales
FAO	Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture
FRA	Évaluation des ressources forestières mondiales (FAO)
GIEC	Groupe intergouvernemental sur l'évolution du climat
GLS	Landsat Global Land Survey (United States Geological Survey)
ha	hectare(s)
IFN	Inventaire forestier national (du Canada)
km	kilomètre(s)
µm	micromètre
MODIS	Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer
NLCD	National Land Cover Dataset (États-Unis d'Amérique)
OTDD	Observation de la Terre pour le développement durable des forêts
REML	maximum de vraisemblance restreinte
UCM	unité de cartographie minimum
VCF	Vegetation Continuous Fields
WRS	Worldwide Reference System (Système de référence mondial)

Résumé exécutif

Ce rapport présente les principales conclusions sur l'utilisation des terres forestières et les changements d'affectation entre 1990 et 2005 de l'Enquête par télédétection de l'Évaluation des ressources forestières mondiale 2010 (FRA 2010) de la FAO. Cette enquête a fait l'objet d'un partenariat entre la FAO, ses pays membres et le Centre commun de recherche (CCR) de la Commission européenne. Il s'agit du premier rapport du genre à présenter des estimations systématiques de l'utilisation des terres forestières mondiales et de ses évolutions.

UN ÉCHANTILLONNAGE SYSTÉMATIQUE POUR DES RÉSULTATS STATISTIQUEMENT FIABLES ET EXHAUSTIFS AU NIVEAU MONDIAL

L'enquête est basée sur un échantillonnage systématique d'images satellite Landsat pour les années 1990, 2000 et 2005 situées à l'intersection de chaque degré de longitude et de latitude. Ainsi, 15 779 sites d'échantillonnage ont été traités pour l'occupation des sols et l'utilisation des terres au niveau mondial. Le nombre définitif de sites échantillons analysés est de 13 066 après l'élimination des sites aux données statistiques manquantes, aux valeurs aberrantes et suite à l'examen et la révision des données pour chaque pays (voir Annexe 1). La zone étudiée au niveau de chaque site d'échantillonnage est de 10 km par 10 km, fournissant une densité d'échantillonnage d'environ 1 pour cent de la surface émergée du globe.

INVENTAIRE DE L'UTILISATION DES TERRES FORESTIÈRES

Ce rapport s'intéresse à l'utilisation des terres forestières et non à l'occupation des sols. L'utilisation des terres forestières est définie en tant que zone à couvert forestier ou lorsque la gestion ou des processus naturels vont finalement rétablir le couvert forestier et que l'utilisation prédominante est l'exploitation forestière. Dans certains cas, l'utilisation des terres forestières peut inclure des terres temporairement sans arbre comme durant les cycles d'agriculture itinérante, de plantations forestières et de gestion de forêt équienne. Cette approche est conforme à la définition de la forêt utilisée dans les rapports nationaux du FRA et similaire aux classes utilisées dans les rapports nationaux au titre de la Convention Cadre des Nations Unies sur les changements climatiques.

SUPERFICIE FORESTIÈRE

En 2005, l'enquête a estimé la superficie forestière mondiale totale à 3,8 milliards d'hectares, soit 30 pour cent de la surface émergée du globe.

LES PERTES ANNUELLES MONDIALES DE SUPERFICIES FORESTIÈRES SONT PLUS IMPORTANTES ENTRE 2000-2005 QU'ENTRE 1990-2000

Dans l'ensemble, il y a eu une diminution nette de la superficie forestière mondiale de 1,7 pour cent entre 1990 et 2005, avec un taux de variation annuel de 0,11 pour cent. Cela équivaut à un passage annuel d'utilisation des terres forestières à d'autres utilisations des terres de 3 millions d'hectares par an entre 1990 et 2000 et de 6 millions d'hectares par an entre 2000 et 2005.

IL EXISTE DES DIFFÉRENCES RÉGIONALES AU NIVEAU DES PERTES ET GAINS DE FORÊT

De fortes disparités régionales ont été enregistrées dans les taux nets de changement de superficie forestière; seules l'Asie et l'Amérique du Nord ont vu leur superficie de forêt s'accroître tandis que toutes les autres régions ont enregistré des pertes nettes. L'Amérique

du Sud a enregistré la plus grande perte nette de forêt de quelques 3,3 millions d'hectares par an entre 1990 et 2005. L'Afrique a enregistré la deuxième plus grande perte nette de forêt – 1,6 million d'hectares par an – au cours de la même période. L'Europe, y compris la Fédération de Russie, a enregistré une perte nette de 0,5 million d'hectares par an alors que l'Océanie a perdu un peu moins de 0,1 million d'hectares par an. L'Amérique du Nord, au contraire, a connu des gains nets de superficie forestière de 0,2 million d'hectares par an, et l'Asie a enregistré un gain net de 1,4 million d'hectares par an entre 1990 et 2005.

LA PLUS FORTE DISPARITION DE FORÊT A EU LIEU DANS LES RÉGIONS TROPICALES

Pour cette enquête, les forêts ont été classées selon quatre domaines climatiques: boréal, subtropical, tempéré et tropical. Des gains significatifs de superficie forestière ont été enregistrés pour les forêts boréales (0,9 million d'hectares par an) et subtropicales (1,1 million d'hectares par an) entre 1990 et 2005. Même gain net de superficie pour le domaine tempéré de 0,9 million d'hectares par an au cours de la même période.

En revanche, le domaine tropical a subi une perte nette de 6,8 millions d'hectares par an entre 1990 et 2005. Cette réduction nette de l'utilisation des terres forestières représente près de 2,5 fois la superficie forestière nette acquise dans les trois autres domaines climatiques confondus.