

## Références bibliographiques

- Arino, O., Bicheron, P., Achard, F., Latham, J., Witt, R. et Weber, J.L. 2008. The most detailed portrait of Earth. *ESA Bulletin* (Agence spatiale européenne), 136: 24–31.
- Asner, G. P. 2001. Cloud cover in Landsat observations of the Brazilian Amazon. *Environmental Studies*, 22(18), 3855–3862. DOI:10.1080/01431160010006926.
- Avissar, R. et Werth, D. 2005. Global hydroclimatological teleconnections resulting from tropical deforestation. *J. Hydrometeorology*, 6(2): 134–145. DOI: 10.1175/JHM406.1.
- Baatz, M. et Schappe, A. 2000. Multiresolution segmentation: an optimization approach for high quality multi-scale image segmentation. In J. Strobl, T. Blaschke et G. Griesebner, eds. *Angewandte geographische informations-verarbeitung XII*. Karlsruhe, Allemagne, Verlag. pp. 12– 23.
- Bartolev, S. 2012. Unpublished data on accuracy of FRA RSS land cover classification compared to high spatial resolution satellite imagery.
- Beuchle, R., Eva, H.D., Stibig, H.-J., Bodart, C., Brink, A., Mayaux, P., Johansson, D., Achard, F. et Belward, A. 2011. A satellite data set for tropical forest change assessment, *Int. J. Remote Sens.* DOI: 10.1080/01431161.2011.611186.
- Bodart, C., Eva, H.D., Beuchle, R., Raši, R., Simonetti, D., Stibig, H.-J., Brink, A., Lindquist, E. et Achard, F. 2011. Pre-processing of a sample of multi-scene and multi-date Landsat imagery used to monitor forest cover changes over the tropics. *ISPRS J. Photogram. Remote Sens.* 66: 555–563.
- Broich, M., Hansen, M.C., Potapov, P., Adusei, B., Lindquist, E. et Stehman, S.V. 2011. Time-series analysis of multi-resolution optical imagery for quantifying forest cover loss in Sumatra and Kalimantan, Indonesia. *Int. J. Appl. Earth Obs. and Geoinformation*, 13(2): 277–291. DOI: 10.1016/j.jag.2010.11.004.
- Broich, M., Stehman, S.V., Hansen, M.C., Potapov, P. et Shimabukuro, Y.E. 2009. A comparison of sampling designs for estimating deforestation from Landsat imagery: a case study of the Brazilian Legal Amazon. *Remote Sens. Environment*, 113(11): 2448–2454. DOI: 10.1016/j.rse.2009.07.011.
- Carroll, M.L., Townshend, J.R., DiMiceli, C.M., Noojipady, P. et Sohlberg, R. 2009. A new global raster water mask at 250 m resolution. *Int. J. Digital Earth*, 2(4): 291–308. DOI: 10.1080/17538940902951401.
- Czaplewski, R. 2002. *FRA 2000: On sampling for estimating global tropical deforestation*. Forest Resources Assessment Programme, Document de travail 60, Rome, FAO.
- Desclée, B., Bogaert, P., Defourny, P. 2006. Forest change detection by statistical object-based method. *Remote Sens. Environment*, 102: 1–11.
- Duveiller, G., Defourny, P., Desclée, B. et Mayaux, P. 2008. Deforestation in Central Africa – estimates at regional national and landscape levels by advanced processing of systematically distributed Landsat extracts. *Remote Sens. Environment*, 112: 1969–1981.
- Eva H., Carboni S., Achard F., Stach N., Durieux L., Faure J-F. et Mollicone D. 2010. Monitoring forest areas from continental to territorial levels using a sample of medium spatial resolution satellite imagery. *ISPRS J. Photogram. Remote Sens.*, 65: 191–197.
- FAO. 2001. *Evaluation des ressources forestières mondiales 2000*, rapport principal, Études FAO: Forêt FAO 140. Rome.
- FAO. 2010. *Evaluation des ressources forestières mondiales 2010*, rapport principal, Études FAO: Forêt FAO 163. Rome.
- FAO. 2012. Global ecological zones for FAO forest reporting: 2010 Update. FRA working paper 179. Rome.

- Feddema, J.J., Oleson, K.W., Bonan, G.B., Mearns, L.O., Buja, L.E., Meehl, G.A. et Washington, W.M. 2005. The importance of land-cover change in simulating future climates. *Science*, 310(5754): 1674–8. DOI: 10.1126/science.1118160.
- Gibbs, H.K., Ruesch, A.S., Achard, F., Clayton, M., Holmgren, P., Ramankutty, N. et Foley J.A. 2010. Tropical forests were the primary sources of new agricultural land in the 1980s and 1990s. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA*, 107: 16732–16737.
- Gillis, M.D., Omule, A.Y. et Brierley, T. 2005. Monitoring Canada's forests: the national forest inventory. *Forestry*, 81.
- Gutman, G., Byrnes, R., Masek, J., Covington, S., Justice, C., Franks, S. et Kurtz, R. 2008. Towards monitoring land cover and land use changes at a global scale: the global land survey 2005. *Photogram. Eng. and Remote Sens.*, 74: 6–10.
- Hansen, M.C., DeFries, R.S., Townshend, J.R.G., Carroll, M., Dimiceli, C. et Sohlberg, R.A. 2003. Global percent tree cover at a spatial resolution of 500 meters: first results of the MODIS Vegetation Continuous Fields algorithm. *Earth Interactions*, 7(10).
- Hansen, M.C., Roy, D., Lindquist, E., Adusei, B., Justice, C. et Altstatt, A. 2008. A method for integrating MODIS and Landsat data for systematic monitoring of forest cover and change in the Congo Basin. *Remote Sens. of Environment*, 112: 2495–2513.
- Hoffhine, E. et Sader, S.A. 2002. Detection of forest harvest type using multiple dates of Landsat TM imagery. *Remote Sens. Env.*, 80, 385–396.
- Homer, C., Huang, C., Yang, L., Wylie, B. et Coan, M. 2004. Development of a 2001 national land-cover database for the United States. *Photogram. Eng. and Remote Sens.*, 70(7): 829–840.
- Horler, D.N.H., et Ahern, F.J. 1986. Forestry information content of Thematic Mapper data. *Int. J. Remote Sens.*, 7(3): 405–428. DOI: 10.1080/01431168608954695.
- JRC. 2010. P. Kennedy, ed., *Science for the environment*, Luxembourg, Joint Research Centre (disponible sur <http://ies.jrc.ec.europa.eu/>).
- Ju, J. et Roy D.P. 2008. The availability of cloud-free Landsat ETM+ data over the conterminous United States and globally. *Remote Sens. Env.*, 112(3): 1196–1211. DOI: 10.1016/j.rse.2007.08.011.
- Kuemmerle, T., Olofsson, P., Chaskovskyy, O., Baumann, M., Ostapowicz, K., Woodcock, C.E., Houghton, R.A., Hostert, P., Keeton, W.S. et Radeloff, V.C. 2011. Post-Soviet farmland abandonment, forest recovery, and carbon sequestration in western Ukraine. *Global Change Biology*, 17(3), 1335–1349. DOI: 10.1111/j.1365-2486.2010.02333.x.
- Kurz, W.A. 2010. An ecosystem context for global gross forest cover loss estimates. *Proc. Nat. Acad. Sc. USA*, 107(20): 9025–6. DOI:10.1073/pnas.1004508107.
- Lambin, E., Turner, B., Geist, H., Agbola, S., Angelsen, A., Bruce, J., Coomes, O., Dirzo, R., Fischer, G. et Folke, C. 2001. The causes of land-use and land-cover change: moving beyond the myths. *Global Env. Change*, 11(4): 261–269. DOI: 10.1016/S0959-3780(01)00007-3.
- Lambin, E. F., et Meyfroidt, P. 2011. Global land use change, economic globalization, and the looming land scarcity. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 108(9), 3465–72. DOI: 10.1073/pnas.1100480108.
- Lindquist, E.J., D'Annunzio, R., MacDicken, K., Hansen, M.C., Bodart, C., Raši, R., Achard, F. et Gerrand, A. Submitted. Object-based land cover and land use classification for a global systematic sample of Landsat from 1990–2000–2005: the FAO methods for the FRA-2010 Remote Sensing Survey. Submitted to IEEE JSTARS, 2012.
- Liu, M., et Tian, H. 2010. China's land cover and land use change from 1700 to 2005: Estimations from high-resolution satellite data and historical archives. *Global Biogeochemical Cycles*, 24(3). DOI:10.1029/2009GB003687.
- Matthews, E. 2001. *Understanding the FRA 2000*, World Resources Institute Forest Briefing No. 1 (disponible sur <http://pdf.wri.org/fra2000.pdf>).

- Mayaux P., Holmgren, P., Achard, F., Eva, H.D., Stibig, H.-J. et Branthomme, A. 2005. Tropical forest cover change in the 1990's and options for future monitoring. *Phil. Trans. B*, 360: 373–384.
- Pan Y., Birdsey, R.A., Fang, J., Houghton, R., Kauppi, P., Kurz, W.A., Phillips, O.L., Shvidenko, A., Lewis, S.L., Canadell, J.G., Ciais, P., Jackson, R.B., Pacala, S.W., McGuire, D., Piao, S., Rautiainen, A., Sitch, S. et Hayes, D. 2011. Large and persistent carbon sink in the world's forests. *Science*, 333: 988–993.
- Paustian, K., Ravindranath, N.H. et van Amstel, A. 2006. Forest land. In H.S. Eggleston, L. Buendia, K. Miwa, T. Ngara et K. Tanabe, eds. *IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories*, Volume 4. Hayama, Japon, Institute for Global Environmental Strategies (aussi disponible sur [www.ipcc-nggip.iges.or.jp](http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp)).
- Picquelle, S.J. et Mier, K.L. 2011. A practical guide to statistical methods for comparing means from two-stage sampling. *Fisheries Research* 107(1–3): 1–13. DOI: 10.1016/j.fishres.2010.09.009.
- Potapov, P., Hansen, M., Stehman, S., Loveland, T. et Pittman, K. 2008. Combining MODIS and Landsat imagery to estimate and map boreal forest cover loss. *Remote Sens. Env.*, 112(9): 3708–3719. DOI:10.1016/j.rse.2008.05.006.
- Potapov, P., Hansen, M.C., Gerrand, A.M., Lindquist, E.J., Pittman, K., Turubanova, S. et Loyche-Wilkie, M. 2010. The global Landsat imagery database for the FAO FRA remote sensing survey. *Int. J. Digital Earth*, 4(1): 2–21.
- Potapov, P., Turubanova, S., et Hansen, M.C. 2011. Regional-scale boreal forest cover and change mapping using Landsat data composites for European Russia. *Remote Sens. Env.*, 115(2): 548–561. Doi: 10.1016/j.rse.2010.10.001.
- Raši, R., Bodart, C., Stibig, H.-J., Eva, H.D., Beuchle, R., Carboni, S., Simonetti, D. et Achard, F. 2011. An automated approach for segmenting and classifying a large sample of multi-date Landsat-type imagery for pan-tropical forest monitoring, *Remote Sens. Env.*, 115 (12):3659–3669. DOI: 10.1016/j.rse.2011.09.004.
- Ridder, R. 2007. *Global Forest Resources Assessment 2010: options and recommendations for a global remote sensing survey of forests*. Forest Resources Assessment Programme, Document de travail 141, Rome, FAO, <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/ai074e/ai074e00.pdf>.
- Sala, O.E. 2000. Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science*, 287(5459): 1770–1774. DOI:10.1126/science.287.5459.1770.
- Seebach, L., Strobl, P., Vogt, P., San-Miguel-Ayanz, J., Kempeneers, P., Sedano, F. et Gerrand, A. 2010. *Pilot study in Europe for the Global Forest Remote Sensing Survey*, JRC Technical Reports, EUR 24488 EN. Luxembourg, Office des publications de l'Union européenne (aussi disponible sur <http://forest.jrc.ec.europa.eu/publications>).
- Simonetti, D., Beuchle, R. et Eva, H.D. 2011. *User manual for the JRC land cover/use change validation tool*, p 21. Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability, Luxembourg, Office des publications de l'Union européenne. DOI: 10.2788/18205.
- Stehman, S.V., Sohl, T.L., et Loveland, T.R. 2005. An evaluation of sampling strategies to improve precision of estimates of gross change in land use and land cover. *Int. J. Remote Sens.*, 26: 4941–4957.
- Stocks, B.J., Mason, J.A., Todd, J.B., Bosch, E.M., Wotton, B.M., Amiro, B.D., Flannigan, M.D., Hirsch, K.G., Logan, K.A., Martell, D.L. et Skinner, W.R. 2002. Large forest fires in Canada, 1959–1997. *J. Geophys. Res.* 108(D1): 5/1–5/12. Doi: 10.1029/2001JD000484.
- Toivonen, T., Kalliola, R., Ruokolainen, K., et Naseem Malik, R. 2006. Across-path DN gradient in Landsat TM imagery of Amazonian forests: a challenge for image interpretation and mosaicking. *Remote Sens. Environment*, 100(4): 550–562. DOI: 10.1016/j.rse.2005.11.006.
- Vogelmann, J., Howard, S., Limin, Y., Larson, C., Wylie, B., et Van Driel, N. 2001. Completion of the 1990s National Land Cover Data Set for the conterminous United

- States from Landsat Thematic Mapper data and ancillary data sources. *Photogram. Eng. et Remote Sens.*, 650–662.
- Williams, D.L., Goward, S., et Arvidson, T.** 2006. Landsat: yesterday, today, and tomorrow. *Photogram. Eng. et Remote Sens.*, 72(10): 1171–1178.
- Woodcock, C.E., Allen, R., Anderson, M., Belward, A., Bindshadler, R., Cohen, W., Gao, F., Goward, S.N., Helder, D.L., Helmer, E.H., Nemani, R., Oreopoulos, L., Schott, J.R., Thenkabail, P.S., Vermote, E.F., Vogelmann, J.E., Wulder, M.A., and Wynne, R.** 2008. Free access to Landsat imagery. *Science*, 320(May).
- Wulder, M.A., Dechka, J.A., Gillis, M.D., Luther, J.E., Hall, R.J., Beaudoin, A. et Franklin, S.E.** 2006. Operational mapping of the land cover of the forested area of Canada with Landsat data: EOSD land cover program. *The Forestry Chronicle*, 79(6): 1075–1083.

## Annexe 1

# Méthodologies de révision des données spécifiques à certains pays

Cette étude s'est efforcée au maximum de produire des données cohérentes à l'échelle mondiale. Certains pays, cependant, ont utilisé d'autres méthodes pour examiner et réviser les classifications d'occupation des sols et d'utilisation des terres. Ces différentes méthodes sont décrites ici.

### CANADA

Les données du Canada ont été calculées selon la méthode de classification décrite dans cette étude, mais appliquée à travers le système de grille photo-parcelle de l'Inventaire forestier national (IFN) du Canada (Gillis, Omule et Brierley, 2005). L'IFN utilise des parcelles de 2 km par 2 km avec un espacement horizontal et vertical de 20 km (grille de 20 km systématique), ce qui a permis d'obtenir plus de 18 000 parcelles. Pour le RSS 2010, un échantillon de 25 pour cent des parcelles (chaque quatrième parcelle) a été choisi pour la première analyse (Figure 1). Au total, 4 052 parcelles de 2 km par 2 km ont été analysées dans tout le Canada.

Pour chaque parcelle, des segments de niveau 1 des images de 2000 ont directement reçu des labels d'occupation des terres à partir de la série de données canadiennes d'Observation de la Terre pour le développement durable des forêts (OTDD) (Wulder *et al.*, 2006). Les données OTDD ont une résolution spatiale Landsat de 25 m, et sont classifiées en 23 classes d'occupation des sols pour les régions boisées du Canada. Les 23 classes OTDD ont été regroupées en 5 classes, et une valeur a été assignée aux segments de niveau 1 pour 2000 en fonction de la principale occupation des sols des données OTDD correspondantes. La méthodologie complète, décrite dans ce document, a été utilisée lorsque les données OTDD manquaient (pour de nombreuses parties non boisées du Canada) et pour classifier les segments de 1990 et de 2005.

La conversion initiale d'occupation des sols en utilisation des terres a été effectuée suivant les règles de conversion de l'enquête, décrites dans ce document. Une série de re-codage automatique a ensuite été réalisée durant la phase de révision de la validation d'utilisation des terres. Des polygones de re-codage ont été employés pour l'utilisation des terres forestières lorsque les photos-parcelles de l'IFN indiquaient une activité forestière commerciale ou qu'un feu de forêt a eu lieu au cours de la période analysée (indiqué dans la Base nationale de données sur les feux de forêt du Canada; Stocks *et al.*, 2002), ou lorsqu'il n'y a eu aucune déforestation connue (cf. les données sur l'utilisation des terres et la déforestation de l'IFN). Les autres sites ont été examinés par des interprètes d'images afin d'assurer l'exactitude de la classification finale d'utilisation des terres.

Les estimations des paramètres ont été calculées séparément pour le Canada et intégrées dans les analyses des régions FRA et des domaines climatiques de la FAO.

### FÉDÉRATION DE RUSSIE

La Fédération de Russie a utilisé un échantillon stratifié de 300 sites d'échantillonnage d'ETD pour estimer la superficie forestière et ses changements pour les trois périodes d'enquête. La Fédération de Russie contient en théorie 1 961 sites d'échantillonnage d'ETD mais les données Landsat sont disponibles pour seulement 1 219 d'entre eux pour les trois périodes, offrant une couverture incomplète due à l'absence d'images satellite pour la partie orientale de la Fédération de Russie en 1990. Même si les 1 961 sites d'échantillonnage ont été traités en utilisant les méthodes décrites dans ce document, les experts n'ont pas pu réviser tous les sites d'échantillonnage de la Fédération de Russie en raison du temps imparti à la réalisation de cette étude.

Les images sans nuage et saisonnières de résolution spatiale de 250 m de MODIS ont été utilisées parallèlement aux indices de changement de végétation, pour créer 23 strates en fonction du pourcentage de couverture forestière et de l'importance des changements de couverture indiqués. Une sélection aléatoire a permis d'obtenir des parcelles finales selon une distance minimale de séparation (on a préféré isoler les parcelles plus tard, par strate) et un nombre minimum de 10 parcelles par strate pour la révision finale; 282 sites ont été interprétés par les experts pour la classification d'occupation des sols et d'utilisation des terres. Les estimations de paramètre et la variance statistique de l'échantillon stratifié ont été incorporées à celles de l'échantillonnage systématique pour l'Europe et utilisées dans les analyses pour le domaine boréal.

### ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE

Les résultats de l'ETD pour les États-Unis d'Amérique ont été calculés à partir des séries de données du National Land Cover Dataset (NLCD) (Vogelmann *et al.*, 2001; Homer *et al.*, 2004). Le NLCD rassemble 21 classes d'occupation des sols pour les États-Unis contiguës basées sur les données Landsat. Les 21 classes ont été synthétisées en cinq classes d'occupation des sols pour le RSS 2010. Les segments de niveau 2 pour 1990, 2000 et 2005 ont reçu des labels d'occupation des sols directement à partir de la série de données NLCD pour chaque période de l'enquête. Les labels d'occupation des sols ont été ajustés pour l'utilisation des terres en utilisant des règles de conversion automatisées décrites dans ce document. Un échantillonnage aléatoire de sites, par domaine climatique de la FAO, a été sélectionné pour la révision des images pour les États-Unis continentaux et l'Alaska. Pour chaque site révisé, l'exactitude d'utilisation des terres a été évaluée par rapport au NLCD et à la photographie aérienne à haute résolution. Les résultats de cette évaluation ont été utilisés pour ajuster la surface totale de la catégorie d'utilisation des terres pour les États-Unis dans leur ensemble et pour chaque domaine climatique de la FAO.

## Annexe 2

# Sites d'enquête traités ou analysés

Le tableau ci-dessous présente, par région ou groupe de pays, le nombre de sites d'échantillonnage traités (total), analysés et non analysés. Certains sites n'ont pas été analysés en raison du manque de données dans une ou plusieurs périodes du fait de la couverture nuageuse, du manque d'images satellites ou d'autres anomalies dans les données.

Région/pays	Analysés	Non analysés	Total
Afrique	2 322	196	2 518
Asie	2 863	184	3 047
Canada	3 737	315	4 052
Europe	625	55	680
Océanie	769	29	798
Fédération de Russie	282	1 679	1 961
Amérique du Sud	1 372	129	1 501
Amérique du Nord et Centrale	1 096	126	1 222
Grand Total	13 066	2 713	15 779

## Annexe 3

# Personnes ayant contribué à l'examen et la révision des données

- Afrique centrale:** M. André, A. Bararwandika, G. Begoto, L. Dimanche, F. Esono Mba, N. Gideon, M. Ibara, A. Kondjo Shoko, H. Koy Kondjo, S. Makak, F. Mande, J. Mendo Mbiang, C. Musampa, R. Ncogo Motogo, B. Nkoumakali, C. Ouissika
- Afrique de l'Est:** B. Abdelbagi Elsiddig Yousif, H. Abdelraheem Eltigani, S. Abdelrahman Edrees Alim, F. Anouar Haroon Turbo, S. Bakheit Mando, M. Balla Elfadel, N. Chamuya, J. Eltayeb Ahmed Adam, A. Eman Ibrahim Ahmed, A. Hanady Ibrahim Abdelgabbar, S. Ishraga Yousif Ali, A. Jeylani, E. Maina, I. Manal Ali Yassin, M. Mohamed Ahmed, M. Mohamed Rakhi, J. Muchichwa, B. Mutasim Fadleseed, A. Mvududu, K. Mwaura Wamichwe, J. Otieno, M. Ranin Mahdi Elfadel, M. Salah Yousif, O. Saria Mohamed Abd Alsattar, M. Shaie Alim, S. Sibuh, E. Ssenyonjo, T. Taddesse, M. Yousif Modwi Ali
- Afrique du Sud:** M. Yousif Modwi Ali, L. Basalumi, K. Chirambo, D. Cunhete, M. Dhliwayo, L. Dobson, J. Kamwi, J. Leroux, M. Lotter, J. Macuacua, J. Makinta, J. Mukosha, M. Pande, V. Rahanitriniaina, M. Rutherford, S. Syampungani
- Afrique de l'Ouest et du Nord:** A. Abimbola Abayomi, G. Akouehou, M. Barry, R. Bayala, O. Biodun Freeman, A. Djimramadji, O. Faye, A. Garba, A. Goudiaby, B. Jobo Samba, Y. Kombate, A. Lefhaili, A. Mariko, A. Nouhou, E. Ould Boubacar, C. Ould Sidi Mohamed, N. Tangara, M. Yakubu, T. Yantay
- Amérique centrale:** F. Antonio Girón Gonzáles, M. Castillo, I. de la Caridad Diago Urfé, A. Degracia, Y. González Rivera, A. Granja, T. Hernandez Contreras, E. Mejias Sedeño, J. Rodriguez Rubí, C. Velasco, A. Yolanda Duarte Noriega, A. Yovany Murillo
- Amérique du Nord:** M. Gillis, S. Healey, C. Meneses-Tovar
- Amérique du Sud:** G. Bayma, E. Bolfe, A. Garçon, D. Gomez, W. Holler, P. Martinho, B. Oliveira, C. Spadotto, R. Torlay, S. Trajano, D. Victoria, C. Bahamondez, R. Benitez, L. Boragno, R. de la Cruz Paiva, R. Echeverría, R. Gosalvez, J. Marquina, P. Melgarejo, C. Montenegro, M. Ormeno, O. Peña, A. Rodríguez Montellano, E. Rojas, M. Uribe
- Asie de l'Est:** M. Bayasgalan, Z. Changgui, X. Chaozong, H. Cho, X. Dengpin, Y. Hirata, M. Kexi, S. Kim, W. Liuru, Z. Min, Z. Narangerel, L. Shiyang, E. Sumiyasuren, Z. Wei, L. Xiaonong, C. Xinyun, W. Xuejun
- Asie du Sud-Est:** L. Anh Hung, N. Bantayan, C. Bigol, B. Budiharto, L. Chivin, P. Edirisinghe, K. Homsysavath, P. Htut, J.A.F. Ignazio, Y. Jantakat, P. Kandel, B. Luangphaseuth, J. Pokana, S. Preap, S. Pungkul, M. Rahman, E. Sambale, D. San San Aye, R. Sari, R. Singh Bondwal, M. Srivastava, K. Tshering, M. Van Tinh, L. Wong
- Asie de l'Ouest:** S. Chukumbaev, H. Samadi, M. Shojalilov
- Europe:** S. Bartalev, A. Bastrup-Birk, C. Bauerhansl, S. Bauwens, J. Boureau, C. Dos Santos, G. Fernández Centeno, I. Gitas, M. Kendüzler, M. Lawrence, H. Mäkelä, G. Mozgeris, K. Olschofsky, P. Olsson, A. Seletkovic, D. Uebersax, K. Arnt, F. Baiocco, F. Barrett, N. Bonora, T. Bucha, M. Buksha, V. Gancz, F. Hajek, M. Ilyuchyk, T. Kochneva, D. Krasouski, Z. Magyar, I. Marinosci, L. Mezei, E. Rune, V. Sambucini, V. Storozhuk, F. Stytsenko, S. Todorov, B. Tubic, R. Visentin, J. Zarins
- Océanie:** C. Howell, P. Lane, M. Mutendeudzi



## Liste des ateliers nationaux et régionaux de revue et de révision des données/images

Zone d'intérêt	Site	Date	Nb de pays	Nb d'experts	Femme	Homme
Brésil	São José dos Campos	Sep. 2009	1	2	0	2
Afrique centrale	Brazzaville	Fév. 2010	8	16	1	15
Amérique du Nord	Salt Lake City	Mars 2010	3	3	1	2
Afrique du Sud	Le Cap	Mars 2010	8	16	3	13
Europe de l'Ouest	Rome	Mars 2010	14	14	3	11
Amérique centrale	Panama City	Juil. 2010	7	12	5	7
Asie du Sud-est	Bangkok	Août 2010	14	23	5	18
Asie de l'Est	Beijing	Sep. 2010	3	16	3	13
Amérique du Sud	Valdivia	Nov. 2010	7	14	2	12
France	Nogent	Nov. 2010	1	1	0	1
Afrique de l'Est	Nairobi	Déc. 2010	6	11	1	10
Afrique de l'Ouest	Dakar	Mars 2011	13	18	1	17
Nouvelle-Zélande	Rome	Mars 2011	1	1	0	1
Australie	Canberra	Avr. 2011	1	2	1	1
Europe de l'Est	Budapest	Mai 2011	9	14	1	13
Irlande/Lettonie	Téléconférence	Mai 2011	2	2	0	2
Soudan	Khartoum	Mai 2011	1	18	5	13
Brésil	Campinas	Juin 2011	1	9	3	6
Italie	Rome	Juin 2011	1	5	1	4
Asie de l'Ouest, Afrique du Nord	Rome	Juil. 2011	5	5	0	5
Fédération de Russie	Moscou	Sep.2011	1	2	0	2
<b>Total</b>			<b>107</b>	<b>204</b>	<b>36</b>	<b>168</b>

## Annexe 4

# Détails des calculs

1. Pour chaque site d'échantillonnage, les variables suivantes ont été extraites de la base de données PostGreSQL:

- Identifiant unique de l'unité (*rss\_id*)
- latitude (*lat*) et longitude (*lon*) du centre de l'unité
- domaine climatique (*domain*)
- région (*continent*)
- superficie totale de l'unité (*total*)
- superficie sous masse d'eau (*water*)
- zone sans donnée (*nodata*)
- superficie forestière en 1990, 2000 et 2005 (*forest90*, *forest00*, *forest05*)
- gains et pertes de superficie forestière en 1990-2000 et 2000-2005 (*gain9000*, *loss9000*, *gain0005*, *loss0005*)
- date julienne d'acquisition des images pour 1990, 2000, 2005 (*jdate90*, *jdate00*, *jdate05*)

2. Les variables suivantes ont ensuite été calculées:

- Superficie terrestre valide sur l'unité (*gla*)

$$\text{Eq. 1} \quad gla = total - water - nodata$$

- Facteur de correction de latitude (*corrlat*)

$$\text{Eq. 2} \quad \begin{cases} \text{si } lat \leq 60^\circ \text{ alors } corrlat = \cos(lat) \\ \text{si } lat > 60^\circ \text{ alors } corrlat = 2 * \cos(lat) \end{cases}$$

NB: Le nombre d'échantillon a été réduit pour inclure seulement les degrés paires de longitude au-dessus des 60 degrés de latitude (la figure 1 montre la réduction de l'échantillonnage pour les latitudes les plus au Nord).

- Poids de l'échantillon *i* ( $w_i$ )

$$\text{Eq. 3} \quad w_i = \frac{gla_i * corrlat_i}{\sum_j gla_j * corrlat_j}$$

- Proportion de forêt en 1990, 2000 et 2005 (*pfor90*, *pfor00*, *pfor05*)

$$\text{Eq. 4} \quad \begin{cases} pfor90 = \frac{forest90}{gla} \\ pfor00 = \frac{forest00}{gla} \\ pfor05 = \frac{forest05}{gla} \end{cases}$$

- Proportion de gains, pertes et changement net annualisés pour 1990–2000 ( $pagain9000$ ,  $paloss9000$ ,  $panet9000$ )

$$\text{Eq. 5} \quad \left\{ \begin{array}{l} pagain9000 = \frac{gain9000}{gla * (jdate00 - jdate90)} \\ paloss9000 = \frac{loss9000}{gla * (jdate00 - jdate90)} \\ panet9000 = pagain9000 - paloss9000 \end{array} \right.$$

NB:  $pagain0005$ ,  $paloss0005$  et  $panet0005$  sont calculés de la même manière

3. Pour tout sous-ensemble S d'échantillons (par ex. un domaine climatique), la valeur moyenne ( $\bar{x}$ ) et la déviation standard (std) de  $pfor90$ ,  $pfor00$ ,  $pfor05$ ,  $pagain9000$ ,  $paloss9000$ ,  $panet9000$ ,  $pagain0005$ ,  $paloss0005$  et  $panet0005$  ont été calculées avec le paquet « survey » du logiciel R<sup>3</sup> utilisant les formules suivantes:

$$\text{Eq. 6} \quad \bar{x} = \frac{\sum_{i \in S} W_i * x_i}{\sum_{i \in S} W_i}$$

$$\text{Eq. 7} \quad std = \sqrt{\frac{\sum_{i \in S} W_i * (x_i - \bar{x})^2}{\sum_{i \in S} W_i}}$$

4. Les valeurs finales (par ex. perte annuelle de superficie forestière entre 1990 et 2000 dans un domaine climatique donné) ont été obtenues en multipliant la moyenne et la déviation standard par l'aire de la région (A):

$$\text{Eq. 8} \quad loss = \overline{paloss9000} * A \pm 1.96 * \frac{std(paloss9000)}{\sqrt{N}} * A$$

<sup>3</sup> <http://cran.fhrc.org/web/packages/survey/index.html>.

## ÉTUDES FAO: FORÊTS

1	Contrats d'exploitation forestière sur domaine public, 1977 (A E F)	24	Cable logging systems, 1981 (A C)
2	Planification des routes forestières et des systèmes d'exploitation, 1977 (A E F)	25	Public forestry administrations in Latin America, 1981 (A)
3	Liste mondiale des écoles forestières, 1977 (A/E/F)	26	La foresterie et le développement rural, 1981 (A E F)
3 Rév.	1. Liste mondiale des écoles forestières, 1981 (A/E/F)	27	Manuel d'inventaire forestier, 1981 (A F)
3 Rév.	2. Liste mondiale des écoles forestières, 1986 (A/E/F)	28	Small and medium sawmills in developing countries, 1981 (A E)
4/1	La demande, l'offre et le commerce de la pâte et du papier – Vol. 1, 1977 (A E F)	29	La demande et l'offre mondiales de produits forestiers 1990 et 2000, 1982 (A E F)
4/2	La demande, l'offre et le commerce de la pâte et du papier – Vol. 2, 1977 (A E F)	30	Les ressources forestières tropicales, 1982 (A E F)
5	The marketing of tropical wood, 1976 (A E)	31	Appropriate technology in forestry, 1982 (A)
6	Manuel de planification des parcs nationaux, 1978 (A E F)	32	Classification et définitions des produits forestiers, 1982 (A/Ar/E/F)
7	Le rôle des forêts dans le développement des collectivités locales, 1978 (A Ar E F)	33	Exploitation des forêts de montagne, 1984 (A E F)
8	Les techniques des plantations forestières, 1979 (A* Ar C E F)	34	Espèces fruitières forestières, 1982 (A E F)
9	Wood chips – production, handling, transport, 1976 (A C E)	35	Forestry in China, 1982 (A C)
10/1	Estimation des coûts d'exploitation à partir d'inventaires forestiers en zones tropicales – 1. Principes et méthodologie, 1980 (A E F)	36	Technologie fondamentale dans les opérations forestières, 1982 (A E F)
10/2	Estimation des coûts d'exploitation à partir d'inventaires forestiers en zones tropicales – 2. Recueil des données et calculs, 1980 (A E F)	37	Conservation et mise en valeur des ressources forestières tropicales, 1983 (A E F)
11	Reboisement des savanes en Afrique, 1981 (A F)	38	Prix des produits forestiers 1962-1981, 1982 (A/E/F)
12	China: forestry support for agriculture, 1978 (A)	39	Frame saw manual, 1982 (A)
13	Prix des produits forestiers 1960-1977, 1979 (A/E/F)	40	Circular saw manual, 1983 (A)
14	Mountain forest roads and harvesting, 1979 (A)	41	Techniques simples de carbonisation, 1983 (A E F)
14 Rev.	1. Logging and transport in steep terrain, 1985 (A)	42	Disponibilités de bois de feu dans les pays en développement, 1983 (A Ar E F)
15	AGRIS foresterie – Catalogue mondial des services d'information et de documentation, 1979 (A/E/F)	43	Systèmes de revenus forestiers dans les pays en développement, 1987 (A E F)
16	Chine: industries intégrées du bois, 1980 (A E F)	44/1	Essences forestières, fruitières et alimentaires – 1. Exemples d'Afrique orientale, 1984 (A E F)
17	Analyse économique des projets forestiers, 1980 (A E F)	44/2	Essences forestières, fruitières et alimentaires – 2. Exemples de l'Asie du Sud-Est, 1986 (A E F)
17 Sup.	1. Economic analysis of forestry projects: case studies, 1979 (A E)	44/3	Food and fruit-bearing forest species – 3. Examples from Latin America, 1986 (A E)
17 Sup.	2. Economic analysis of forestry projects: readings, 1980 (A C)	45	Establishing pulp and paper mills, 1983 (A)
18	Prix des produits forestiers 1960-1978, 1980 (A/E/F)	46	Prix des produits forestiers 1963-1982, 1983 (A/E/F)
19/1	Pulping and paper-making properties of fast-growing plantation wood species – Vol. 1, 1980 (A)	47	Enseignement technique forestier, 1989 (A E F)
19/2	Pulping and paper-making properties of fast-growing plantation wood species – Vol. 2, 1980 (A)	48	Evaluation des terres en foresterie, 1988 (A C E F)
20	Amélioration génétique des arbres forestiers, 1985 (A C E F)	49	Le débardage de bœufs et de tracteurs agricoles, 1986 (A E F)
20/2	A guide to forest seed handling, 1985 (A E)	50	Transformations de la culture itinérante en Afrique, 1984 (A F)
21	Influences exercées par les essences à croissance rapide sur les sols des régions tropicales humides de plaine, 1982 (A E F)	50/1	Changes in shifting cultivation in Africa – seven case-studies, 1985 (A)
22/1	Estimation des volumes et accroissement des peuplements forestiers – Vol. 1. Estimation des volumes, 1980 (A C E F)	51/1	Etudes sur les volumes et la productivité des peuplements forestiers tropicaux – 1. Formations forestières sèches, 1984 (A F)
22/2	Estimation des volumes et accroissement des peuplements forestiers – Vol. 2. Etude et prévision de la production, 1980 (A C E F)	52/1	Cost estimating in sawmilling industries: guidelines, 1984 (A)
23	Prix des produits forestiers 1961-1980, 1981 (A/E/F)	52/2	Field manual on cost estimation in sawmilling industries, 1985 (A)
		53	Aménagement polyvalent intensif des forêts au Kerala, 1985 (A E F)
		54	Planificación del desarrollo forestal, 1984 (E)
		55	Aménagement polyvalent intensif des forêts sous les tropiques, 1985 (A E F)
		56	Breeding poplars for disease resistance, 1985 (A)

57	Coconut wood – processing and use, 1985 (A E)	98	Les plantations à vocation de bois d'œuvre en Afrique intertropicale humide, 1991 (F)
58	Sawdoctoring manual, 1985 (A E)	99	Cost control in forest harvesting and road construction, 1992 (A)
59	Les effets écologiques des eucalyptus, 1986 (A C E F)	100	Introduction à l'ergonomie forestière dans les pays en développement, 1994 (A E F)
60	Suivi et évaluation des projets de foresterie communautaire, 1989 (A E F)	101	Aménagement et conservation des forêts denses en Amérique tropicale, 1992 (A F P)
61	Prix des produits forestiers 1965-1984, 1985 (A/E/F)	102	Gérer et organiser la recherche forestière, 1993 (A E F)
62	Liste mondiale des institutions s'occupant des recherches dans le domaine des forêts et des produits forestiers, 1985 (A/E/F)	103	Les plantations forestières mixtes et pures dans les régions tropicales et subtropicales, 1995 (A E F)
63	Industrial charcoal making, 1985 (A)	104	Forest products prices, 1971-1990, 1992 (A)
64	Boisements en milieu rural, 1987 (A Ar E F)	105	Compendium of pulp and paper training and research institutions, 1992 (A)
65	La législation forestière dans quelques pays africains, 1986 (A F)	106	Evaluation économique des impacts des projets forestiers, 1994 (A F)
66	Forestry extension organization, 1986 (A C E)	107	Conservation des ressources génétiques dans l'aménagement des forêts tropicales – Principes et concepts, 1994 (A E F)
67	Some medicinal forest plants of Africa and Latin America, 1986 (A)	108	A decade of energy activities within the Nairobi programme of action, 1993 (A)
68	Appropriate forest industries, 1986 (A)	109	FAO/IUFRO directory of forestry research organizations, 1993 (A)
69	Management of forest industries, 1986 (A)	110	Actes de la réunion d'experts sur la recherche forestière, 1993 (A/E/F)
70	Terminologie de la lutte contre les incendies de forêt, 1986 (A/E/F)	111	Forestry policies in the Near East region: analysis and synthesis, 1993 (A)
71	Répertoire mondial des institutions de recherche sur les forêts et les produits forestiers, 1986 (A/E/F)	112	Evaluation des ressources forestières 1990 – Pays tropicaux, 1994 (A E F)
72	Wood gas as engine fuel, 1986 (A E)	113	Conservation <i>ex situ</i> de pollen et de graines, et de cultures <i>in vitro</i> de plantes ligneuses pérennes, 1994 (A F)
73	Produits forestiers – Perspectives mondiales: projections 1985-2000, 1986 (A/E/F)	114	Analyse d'impacts de projets forestiers: problèmes et stratégies, 1995 (A E F)
74	Guidelines for forestry information processing, 1986 (A)	115	Forestry policies of selected countries in Asia and the Pacific, 1993 (A)
75	An operational guide to the monitoring and evaluation of social forestry in India, 1986 (A)	116	Les panneaux à base de bois, 1993 (F)
76	Wood preservation manual, 1986 (A)	117	Mangrove forest management guidelines, 1993 (A)
77	Databook on endangered tree and shrub species and provenances, 1986 (A)	118	Biotechnology in forest tree improvement, 1994 (A)
78	Appropriate wood harvesting in plantation forests, 1987 (A)	119	Numéro non assigné
79	Petites entreprises forestières, 1988 (A E F)	120	Decline and dieback of trees and forests – A global overview, 1994 (A)
80	Forestry extension methods, 1987 (A)	121	Ecologie et éducation en milieu rural – Manuel de pédagogie rurale, 1995 (A E F)
81	Guidelines for forest policy formulation, 1987 (A C)	122	Ouvrages sur l'aménagement durable des forêts, 1994 (A E F)
82	Prix des produits forestiers 1967-1986, 1988 (A/E/F)	123	Enseignement forestier – Tendances récentes et perspectives, 1994 (A F)
83	Trade in forest products: a study of the barriers faced by the developing countries, 1988 (A)	124	Evaluation des ressources forestières 1990 – Synthèse mondiale (A E F)
84	Produits forestiers – Perspectives mondiales: projections 1987-2000, 1988 (A/E/F)	125	Prix des produits forestiers 1973-1992, 1995 (A/E/F)
85	Programmes d'enseignement en matière de vulgarisation forestière, 1988 (A/E/F)	126	Le changement climatique, les forêts et l'aménagement forestier – Aspects généraux, 1997 (A E F)
86	Forestry policies in Europe, 1988 (A)	127	Détermination de la valeur des forêts: contexte, problèmes et orientations, 1997 (A F S)
87	Petites opérations de récolte du bois et d'autres produits forestiers par les ruraux, 1989 (A E F)	128	Forest resources assessment 1990 – Tropical forest plantation resources, 1995 (A)
88	Aménagement des forêts tropicales humides en Afrique, 1990 (A F P)	129	Environmental impact assessment and environmental auditing in the pulp and paper industry, 1996 (A)
89	Review of forest management systems of tropical Asia, 1989 ((A)	130	Forest resources assessment 1990 – Survey of tropical forest cover and study of change processes, 1996 (A)
90	Foresterie et sécurité alimentaire, 1993 (A Ar E F)		
91	Outils et machines simples d'exploitation forestière, 1990 (A E F) (Publié uniquement dans la Collection FAO: Formation, n° 18)		
92	Forestry policies in Europe – an analysis, 1989 (A)		
93	Energy conservation in the mechanical forest industries, 1990 (A E)		
94	Manual on sawmill operational maintenance, 1990 (A)		
95	Prix des produits forestiers 1969-1988, 1990 (A/E/F)		
96	Planning and managing forestry research: guidelines for managers, 1990 (A)		
97	Produits forestiers non ligneux: Quel avenir? 1992 (A E F)		

- 131 Ecología y enseñanza rural - Nociones ambientales básicas para profesores rurales y extensionistas, 1996 (E)
- 132 Politiques forestières d'un certain nombre de pays d'Afrique, 1996 (E/F)
- 133 Forest codes of practice – Contributing to environmentally sound forest operations, 1996 (A)
- 134 Estimating biomass and biomass change of tropical forests – A primer, 1997 (A)
- 135 Guidelines for the management of tropical forests – 1. The production of wood, 1998 (A E)
- 136 Managing forests as common property, 1998 (A)
- 137/1 Forestry policies in the Caribbean – Volume 1: Proceedings of the Expert Consultation, 1998 (A)
- 137/2 Forestry policies in the Caribbean – Volume 2: Reports of 28 selected countries and territories, 1998 (A)
- 138 Réunion de la FAO sur les politiques nationales ayant une incidence sur les incendies de forêt, 2001 (A E F)
- 139 Principes de bonne gestion des concessions et contrats relatifs aux forêts publiques, 2003 (A E F)
- 140 Evaluation des ressources forestières mondiales 2000 – Rapport principal, 2002 (A E F)
- 141 Etude prospective du secteur forestier en Afrique – Rapport régional: opportunités et défis à l'horizon 2020, 2003 (A Ar F)
- 142 Impacts intersectoriels des politiques forestières et des autres secteurs, 2005 (A E F)
- 143 Gestion durable des forêts tropicales en Afrique centrale – Recherche d'excellence, 2003 (A F)
- 144 Climate change and the forest sector – Possible national and subnational legislation, 2004 (A)
- 145 Meilleures pratiques pour l'application des lois dans le secteur forestier, 2006 (A E F R)
- 146 Microfinance et petites entreprises forestières, 2005 (A Ar E F)
- 147 Évaluation des ressources forestières mondiales 2005 – Progrès vers la gestion forestière durable, 2006 (A E F)
- 148 Tendencias y perspectivas del sector forestal en América Latina y el Caribe, 2006 (E)
- 149 Améliorer la foresterie pour réduire la pauvreté – Manuel du praticien, 2006 (A Ar E F)
- 150 La nouvelle génération de programmes et projets d'aménagement des bassins versants (A E F)
- 151 Fire management – Global assessment 2006, 2007 (A)
- 152 People, forests and trees in West and Central Asia – Outlook for 2020, 2007 (A Ar R)
- 153 The world's mangroves 1980–2005, 2007 (A)
- 154 Les forêts et l'énergie – Questions principales, 2008 (A Ar C E F R)
- 155 Les forêts et l'eau, 2009 (A F E)
- 156 Global review of forest pests and diseases, 2009 (A)
- 157 Les conflits humains-faune en Afrique – Causes, conséquences et stratégies de gestion, 2010 (A F)
- 158 Lutte contre l'ensablement - L'exemple de la Mauritanie, 2010 (A F)
- 159 Impact of the global forest industry on atmospheric greenhouse gases, 2010 (A)
- 160 Criteria and indicators for sustainable woodfuels, 2010 (A)
- 161 Élaborer une politique forestière efficace – Guide, 2010 (A F E)
- 162 What woodfuels can do to mitigate climate change, 2010 (A)
- 163 Evaluation des ressources forestières mondiales 2010 - Rapport principal, 2010 (A, E, F)
- 164 Guide pour la mise en œuvre des normes phytosanitaires dans le secteur forestier, 2011 (A, F, R)
- 165 Réforme du régime forestier – Enjeux, principes et processus (A, E, F)
- 166 Community-based fire management – A review (A)
- 167 Wildlife in a changing climate (A)
- 168 Soil carbon monitoring using surveys and modelling – General description and application in the United Republic of Tanzania (A)

Disponibilité: juin 2011

A – Anglais	Multil. – Multilingue
Ar – Arabe	* Epuisé
C – Chinois	
E – Espagnol	
F – Français	
P – Portugais	
R – Russe	

*On peut se procurer les Cahiers techniques de la FAO auprès des points de vente des publications de la FAO, ou en s'adressant directement au Groupe des ventes et de la commercialisation, FAO, Viale delle Terme di Caracalla, 00153 Rome, Italie.*

## Changement d'utilisation des terres forestières mondiales 1990–2005

Ce rapport présente les principales conclusions sur le changement d'utilisation des terres forestières et d'occupation des sols entre 1990 et 2005 de l'Enquête par télédétection de l'Évaluation des ressources forestières mondiales 2010 de la FAO. Il s'agit du premier rapport du genre à présenter des estimations systématiques de l'utilisation des terres forestières mondiales et de ses changements.

L'objectif ambitieux de l'Enquête par télédétection a été d'utiliser des données de télédétection pour obtenir des estimations mondiales cohérentes de la superficie forestière et des changements de couvert forestier et d'utilisation des terres forestières entre 1990 et 2005. Globalement, elle a constaté qu'il y avait une diminution nette de superficie forestière mondiale entre 1990 et 2005, l'Amérique du Sud enregistrant la plus grande perte nette de forêt. Alors que la superficie forestière a augmenté au cours de la période d'évaluation dans les domaines climatiques boréal, tempéré et subtropical, elle a diminué en moyenne de 6,8 millions d'hectares par an dans les régions tropicales. L'enquête a estimé la superficie totale des forêts mondiales en 2005 à 3,8 milliards d'hectares, soit 30 pour cent de la surface émergée du globe.

Ce rapport est le résultat de nombreuses années de planification et de trois années de travail détaillé du personnel de la FAO et du Centre commun de recherche de la Commission européenne, mais également d'experts techniques provenant de plus de 100 pays qui constituent aujourd'hui un réseau mondial d'expertise précieux en matière de télédétection sur les forêts et l'utilisation des terres forestières.

