

RÉSUMÉ DE THÈSE /
ACADEMIC THESIS ABSTRACT / RESUMEN DE TESIS ACADÉMICA**Quel futur pour les forêts de production en Amazonie ? Du bilan carbone de l'exploitation forestière à la recherche de compromis entre services écosystémiques (bois d'œuvre, biodiversité et carbone)**

Camille PIPONOT

RÉSUMÉ

La moitié des forêts tropicales du monde est désignée comme des forêts de production par les services forestiers nationaux. Pour la seule Amazonie brésilienne (400 millions d'hectares), l'exploitation sélective affecte chaque année entre un et deux millions d'hectares. Si l'effet de la déforestation sur les émissions de carbone et les pertes de biodiversité en région tropicale ont fait l'objet de nombreuses études, les impacts à long terme de l'exploitation commerciale de bois sur ces forêts restent à ce jour très peu étudiés. Or, les enjeux sont grandissants pour ces forêts de production. Non seulement elles doivent alimenter le commerce du bois tropical, mais leur rôle dans le stockage de carbone et dans la préservation de la biodiversité est de plus en plus reconnu. La thèse s'organise en trois temps. Premièrement, un modèle de bilan carbone de l'exploitation forestière est développé, et les différences régionales de dynamique de récupération du carbone post-exploitation sont modélisées. Deuxièmement, un modèle de récupération du volume de bois d'œuvre a été développé et calibré à l'échelle amazonienne. Ces résultats ont permis de montrer la lenteur de la récupération du volume de bois en Amazonie, et la non-durabilité des pratiques actuelles d'exploitation. Ces modèles (carbone et bois d'œuvre) ont été élaborés dans un cadre bayésien, avec l'appui et les données du *Tropical managed Forest Observatory* (TmFO : www.tmfo.org), réseau rassemblant neuf institutions de recherche et plus de 200 parcelles de suivi de la dynamique forestière après exploitation en Amazonie depuis plus de 30 années. Enfin, une analyse comparative de scénarios prospectifs a été effectuée, où les compromis possibles entre services écosystémiques (bois d'œuvre, carbone et biodiversité) ont été explorés par des techniques d'optimisation multicritère.

Mots-clés : exploitation sélective, bois d'œuvre, services écosystémiques, carbone, modèles bayésiens hiérarchiques, optimisation multicritère, Amazonie.

What future for production forests in Amazonia? From the carbon footprint of forestry operations to the search for trade-offs between ecosystem services (timber, biodiversity and carbon)

ABSTRACT

Half of the world's tropical forests are designated by national forest services as production forests. In the Brazilian Amazon alone (400 million hectares), between one and two million hectares are selectively logged every year. Although there have been numerous studies on the impact of deforestation on carbon emissions and biodiversity loss in the tropics, few exist on the long-term impacts of selective logging. However, the importance of these production forests is increasing: as well as meeting growing demand for tropical timber, their role in carbon storage and the biodiversity conservation is increasingly recognised. The studies conducted for this thesis have a threefold aim. The first is to develop a carbon balance model for logging and regional differences in post-logging carbon recovery dynamics are modeled. Secondly, a timber volume recovery model has been developed and calibrated at the Amazonian scale. These results point out the slow recovery of timber volume in the Amazon, and thus the unsustainability of current logging practices. These models (carbon and timber) were developed in a Bayesian framework, with support and data from the Tropical managed Forest Observatory (TmFO: www.tmfo.org), a network of nine research institutions and more than 200 forest plots where post-logging forest dynamics have been monitored for more than 30 years in the Amazon. Finally, a comparative analysis of prospective scenarios was carried out, where potential tradeoffs between ecosystem services (timber, carbon and biodiversity) were explored using multicriteria optimization analysis.

Keywords: selective logging, timber, ecosystem services, carbon, Bayesian hierarchical models, multicriteria optimisation, Amazonia.

¿Qué futuro para los bosques de producción en la Amazonía? De la huella de carbono de las operaciones forestales a la búsqueda de compensaciones entre los servicios de los ecosistemas (madera, biodiversidad y carbono)

RESUMEN

La mitad de los bosques tropicales del mundo están designados por los servicios forestales nacionales como bosques de producción. Tan sólo en la Amazonía brasileña (400 millones de hectáreas), la tala selectiva afecta entre uno y dos millones de hectáreas cada año. Aunque existan numerosos estudios sobre el impacto de la deforestación en las emisiones de carbono y la pérdida de biodiversidad en los trópicos, los impactos a largo plazo de la tala selectiva aún no fueron bien estudiados. Sin embargo, la importancia de estos bosques de producción está aumentando. No solo deben satisfacer la creciente demanda de madera tropical, sino que también se reconoce su papel en el almacenamiento de carbono y la conservación de la biodiversidad. Los estudios desarrollados en esta tesis son triples. Primero, el balance de carbono de la tala selectiva ha sido modelado, así como las diferencias regionales en la dinámica de recuperación de carbono después de las operaciones de tala. En segundo lugar, se ha desarrollado y calibrado un modelo de recuperación de volumen de madera a escala amazónica. Estos resultados señalan la lenta recuperación del volumen de madera en los bosques amazónicos y, por lo tanto, la insostenibilidad de las prácticas actuales de explotación maderera. Estos modelos (carbono y madera) se desarrollaron en un marco bayesiano, con el apoyo y los datos del Observatorio de Bosques de Manejo Tropical (TmFO: www.tmfo.org), una red de 9 instituciones de investigación y más de 200 parcelas forestales en la Amazonia donde las dinámicas forestales han sido monitoreadas durante más de 30 años tras la explotación. Finalmente, se llevó a cabo un análisis comparativo de los escenarios prospectivos, donde se exploraron las posibles compensaciones entre los servicios de los ecosistemas (madera, carbono y biodiversidad) utilizando un análisis de optimización multicriterio.

Palabras clave: tala selectiva, madera, servicios ecosistémicos, carbono, modelos jerárquicos bayesianos, optimización multicriterio, Amazonía.

Doi : [10.19182/bft2019.341.a31731](https://doi.org/10.19182/bft2019.341.a31731)Droit d'auteur © 2019, Bois et Forêts des Tropiques © Cirad
Date de publication : 20 juillet 2019Licence Creative Commons :
Attribution - Pas de Modification 4.0 International.
Attribution-NoDerivatives 4.0 International (CC BY-ND 4.0)

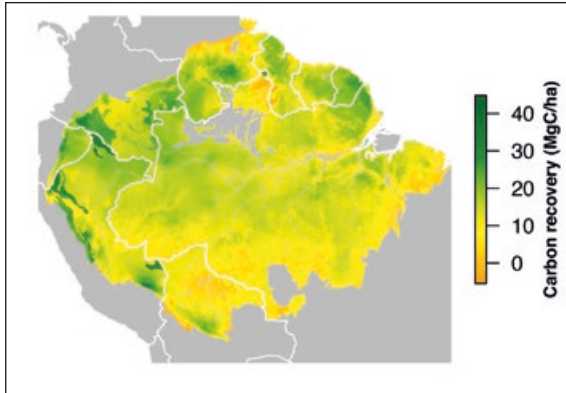


Figure 1. Prédiction du potentiel de récupération du carbone après l'exploitation forestière dans les forêts amazoniennes. La carte montre la quantité de carbone qui serait récupérée 10 ans après l'abattage sélectif causant une perte de 40 % de la biomasse initiale. Ces prédictions ont été obtenues avec un modèle calibré aux données du réseau TmFO (Piponiot *et al.*, 2016).

Figure 1. Predicted carbon recovery potential after logging in Amazonian forests. The map shows the quantity of carbon that would be recovered 10 years after selective logging causing a 40% loss of the initial biomass. These predictions were obtained with a model calibrated to data from the TmFO network (Piponiot *et al.*, 2016).

Figura 1. Predicción del potencial de recuperación de carbono posterior a la tala en los bosques amazónicos. El mapa muestra la cantidad de carbono que se recuperaría 10 años después de la tala selectiva, causando una pérdida del 40 % de la biomasa inicial. Estas predicciones se han obtenido con un modelo calibrado a partir de los datos de la red TmFO (Piponiot *et al.*, 2016).



Photo 1. Une parcelle forestière près de Paracou en Guyane française. Ce site, ainsi que 14 autres sites du réseau TmFO à travers l'Amazonie, a été exploité à des fins expérimentales et la dynamique post-exploitation a été suivie dans des parcelles d'inventaire forestier permanent (845 ha à travers l'Amazonie dans son ensemble, pendant 10 à 35 ans). Les données de surveillance ont été utilisées pour calibrer les modèles développés pour cette thèse. Photo C. Piponiot.

Photo 1. A logging parcel near Paracou in French Guiana. This site, along with 14 other sites in the TmFO network across Amazonia, was logged for experimental purposes and the post-logging dynamics were monitored in permanent forest inventory parcels (845 ha across Amazonia as a whole, for 10 to 35 years). The monitoring data were used to calibrate the models developed for this thesis. Photo C. Piponiot.

Photo 1. Una parcela de explotación forestal cerca de Paracou en la Guayana Francesa. Este sitio, junto con otros 14 sitios de la red TmFO en toda la Amazonía, fue explotado con fines experimentales y la dinámica posterior a la explotación forestal fue monitoreada en parcelas de inventario forestal permanente (845 ha a lo largo de la Amazonía en su conjunto, durante 10 a 35 años). Los datos de seguimiento se utilizaron para calibrar los modelos desarrollados para esta tesis. Photo C. Piponiot.

Grade et diplôme

Doctorat en Sciences de l'environnement
Université : Université de Guyane

Date de soutenance : 7 décembre 2018

Composition du jury

Direction : Bruno Hérault (chercheur, cirad) ;
Plinio Sist (chercheur, cirad)

Membres :

Avner Bar-Hen (professeur d'université, CNAM)
Raphaël Pélissier (directeur de recherche, IRD)
Françoise Burel (directrice de recherche, CNRS)
Éric Marcon (chercheur, AgroParisTech)

Langue de rédaction : Français (thèse sur articles,
articles en anglais)

Accès au manuscrit : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01996990>

Contact :

Cirad, Unité Forêts et Sociétés, Campus international
de Baillarguet, 34398 Montpellier Cedex 5, France.
camille.piponiot@gmail.com

Liste des articles publiés

Piponiot C., Cabon A., Descroix L., Dourdain A., Mazzei L., Ouliac B., *et al.*, 2016. A methodological framework to assess the carbon balance of tropical managed forests. *Carbon Balance and Management*, 11 (1): 15. <http://doi.org/10.1186/s13021-016-0056-7>

Piponiot C., Sist P., Mazzei L., Peña-Claros M., Putz F. E., Rutishauser E., *et al.*, 2016. Carbon recovery dynamics following disturbance by selective logging in Amazonian forests. *ELife*, 5 (C). <http://doi.org/10.7554/eLife.21394>

Piponiot C., Derroire G., Descroix L., Mazzei L., Rutishauser E., Sist P., *et al.*, 2018. Assessing timber volume recovery after disturbance in tropical forests – A new modelling framework. *Ecological Modelling*, 384: 353-369. <http://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2018.05.023>

Piponiot C., Rödig E., Putz F. E., Rutishauser E., Sist P., Ascarunz N., *et al.*, 2019. Can timber provision from Amazonian natural forests be sustainable? *Environmental Research Letters*, 14 (6): 064014. <http://doi.org/10.1088/1748-9326/ab195e>