

RÉSUMÉ DE THÈSE /
ACADEMIC THESIS ABSTRACT / RESUMEN DE TESIS ACADÉMICA

Un cadre d'évaluation de la vulnérabilité écologique des forêts dans les fronts de déforestation tropicaux à partir de l'évaluation de la dégradation des forêts dans une approche paysagère : études de cas au Brésil et Vietnam

Clément BOURGOIN

RÉSUMÉ

La conservation du couvert forestier tropical est essentielle pour assurer la fourniture durable de services écosystémiques. Cependant, l'accroissement de la population, la demande de produits agricoles et les changements dans l'utilisation des terres affectent leur durabilité. L'objectif de cette thèse est de développer une approche multidimensionnelle pour évaluer la dégradation des forêts et les relations avec la dynamique de l'utilisation des terres afin d'estimer leur vulnérabilité. La thèse a été appliquée à Paragominas (Brésil) et Di Linh (Vietnam). À Paragominas, la dégradation est directement liée à l'exploitation sélective du bois et au feu, impliquant des changements dans la structure forestière. Grâce aux outils de télédétection, nous avons cartographié la biomasse forestière aérienne à partir de données de stock de carbone et avons étudié les conséquences de la dégradation sur les structures forestières. Nous avons aussi constaté que 58 % de la dégradation était expliquée par l'analyse des changements d'occupation du sol. La distribution des forêts dégradées est pilotée par la fragmentation issue de l'expansion du soja mais est aussi associée à la déforestation récente et aux pratiques de culture sur brûlis. À Di Linh, la dégradation est due à l'empiètement de la culture de café. L'inventaire des différents types d'occupation du sol, combiné aux images Sentinel-2, a permis de cartographier la couverture du sol actuelle. Nous avons construit des trajectoires de dynamique paysagère afin de caractériser l'expansion de la frontière agricole. Nous avons identifié des trajectoires de dégradation et de fragmentation qui affectent le couvert forestier à différentes intensités. Ensemble, ces indicateurs ont mis en évidence des points chauds de vulnérabilité. Grâce aux approches et aux indicateurs de télédétection développés à l'échelle de la forêt et du paysage, nous avons fourni un diagnostic holistique des forêts dans les paysages modifiés par l'homme. Cette thèse vise à ouvrir la voie à une gestion adaptée et prioritaire des forêts dégradées à l'échelle du paysage.

Mots-clés : dégradation forestière, déforestation, fragmentation, occupation du sol, télédétection, Brésil, Vietnam.

A framework for assessing the ecological vulnerability of forests along tropical deforestation fronts based on an assessment of forest degradation following a landscape approach: Case studies in Brazil and Vietnam

ABSTRACT

Conservation of the world's tropical forest cover is essential to ensure sustainable ecosystem services. However, population growth, increasing demand for agricultural products and land use changes are affecting their sustainability. This thesis aimed to develop a multi-dimensional approach to assess forest degradation and how it is related to land use dynamics, in order to estimate forest vulnerability. The studies for this thesis were conducted in Paragominas (Brazil) and Di Linh (Vietnam). In Paragominas, forest degradation is directly linked to selective logging and forest fires, which alter the structure of forests. We used remote sensing tools and data on carbon stocks to map aerial forest biomass, and investigated the consequences of degradation on forest structure. We observed that 58% of forest degradation was accounted for by changes in land use. The distribution of degraded forests is driven by their fragmentation due to the expansion of soya cultivation, but is also associated with recent deforestation and slash-and-burn practices. In Di Linh, forest degradation is due to encroachment by coffee plantations. By combining an inventory of different types of land use with Sentinel-2 images, we were able to map current land cover. We then built up the trajectories of landscape dynamics to characterize the expansion of the agricultural frontier. We identified the degradation and fragmentation trajectories that produce effects of greater or lesser intensity on the forest cover. Taken together, these indicators bring out vulnerability hotspots. Thanks to the remote sensing approaches and indicators developed for forests on the landscape scale, we were able to provide a holistic diagnosis of forests within landscapes altered by humans. This thesis aims to open up avenues for appropriate and priority management of degraded forests on the scale of the landscape.

keywords: forest degradation, deforestation, fragmentation, land use, remote sensing, Brazil, Vietnam.

Un escenario de evaluación de la vulnerabilidad ecológica de los bosques en los frentes de deforestación tropical a partir de la degradación forestal con un enfoque paisajístico: Estudios de caso en Brasil y Vietnam

RESUMEN

La conservación de la cubierta forestal tropical es esencial para garantizar la prestación sostenible de servicios ecosistémicos. Sin embargo, el crecimiento demográfico, la demanda de productos agrícolas y los cambios en el uso del suelo están afectando a su sostenibilidad. El objetivo de esta tesis es desarrollar un enfoque multidimensional para evaluar la degradación forestal y su relación con la dinámica del uso del suelo, con el fin de estimar su vulnerabilidad. El estudio se realizó en Paragominas (Brasil) y Di Linh (Vietnam). En Paragominas, la degradación está directamente relacionada con el aprovechamiento maderero selectivo y con los incendios que implican cambios en la estructura forestal. Mediante herramientas de teledetección, hemos cartografiado la biomasa forestal aérea a partir de los datos de la reserva de carbono y hemos estudiado las consecuencias de la degradación en las estructuras forestales. También hemos constatado que el 58 % de la degradación se explicaba con el análisis de los cambios en las cubiertas. La distribución de los bosques degradados resulta de la fragmentación debida a la expansión de la soja, pero también está asociada a la reciente deforestación y a las prácticas de cultivo en chamicera. En Di Linh, la degradación es debida a la injerencia del cultivo de café. El inventario de los diferentes tipos de cubiertas, combinado con las imágenes del Sentinel-2, permitió cartografiar la cubierta del suelo actual. Generamos trayectorias de la dinámica del paisaje para caracterizar la expansión de la frontera agrícola. Identificamos las trayectorias de degradación y fragmentación que afectan a la cubierta forestal con diferente intensidad. En conjunto, estos indicadores han puesto de relieve los puntos críticos de vulnerabilidad. Utilizando enfoques e indicadores de teledetección desarrollados a escala del bosque y del paisaje, hemos obtenido un diagnóstico holístico de los bosques en paisajes modificados por el hombre. Esta tesis tiene por objeto abrir el camino a la gestión adaptada y prioritaria de los bosques degradados a escala del paisaje.

Palabras clave: degradación forestal, deforestación, fragmentación, uso de la tierra, teledetección, Brasil, Vietnam.



Doi : <https://doi.org/10.19182/bft2020.346.a36294>
Droit d'auteur © 2020, Bois et Forêts des Tropiques © Cirad

Date de publication : 25 décembre 2020



Licence Creative Commons :
Attribution 4.0 International (CC BY 4.0).



Photo 1.

Photographie prise lors d'un survol drone visant à cartographier en trois dimensions la canopée de cette parcelle de forêt dégradée contiguë à un champ de soja dans le municipio de Paragominas au Brésil. Le cumul de l'exploitation du bois et des différents passages de feu a causé la destruction partielle de la structure forestière (hauteur moyenne basse et canopée ouverte). Cette dégradation a aussi été provoquée par des pressions liées à l'expansion agricole et aux effets néfastes de la fragmentation (accentuant la dessiccation de la canopée et les feux).
 Photo C. Bourgoïn.

Photo 1.

Photograph taken during a drone overflight to contribute to 3D mapping of the canopy of a portion of degraded forest bordering on a field of soya in the municipality of Paragominas in Brazil. The combination of logging and several forest fires has resulted in partial destruction of the forest structure (low average height and open canopy). This pattern of degradation is also triggered by the pressure of agricultural expansion and the harmful effects of fragmentation, which worsens canopy desiccation and forest fires.
 Photo C. Bourgoïn.

Foto 1.

Fotografía tomada por un dron para cartografiar en tres dimensiones el dosel forestal de esta parcela de bosque degradado adyacente a un campo de soja en el municipio de Paragominas, en Brasil. La acumulación del aprovechamiento maderero con los diferentes incendios causó la destrucción parcial de la estructura forestal (bosque medio-bajo y dosel abierto). Esta degradación también fue provocada por la presión relacionada con la expansión agrícola y los efectos nocivos de la fragmentación (aumentando la desecación del dosel y los incendios).
 Foto C. Bourgoïn.

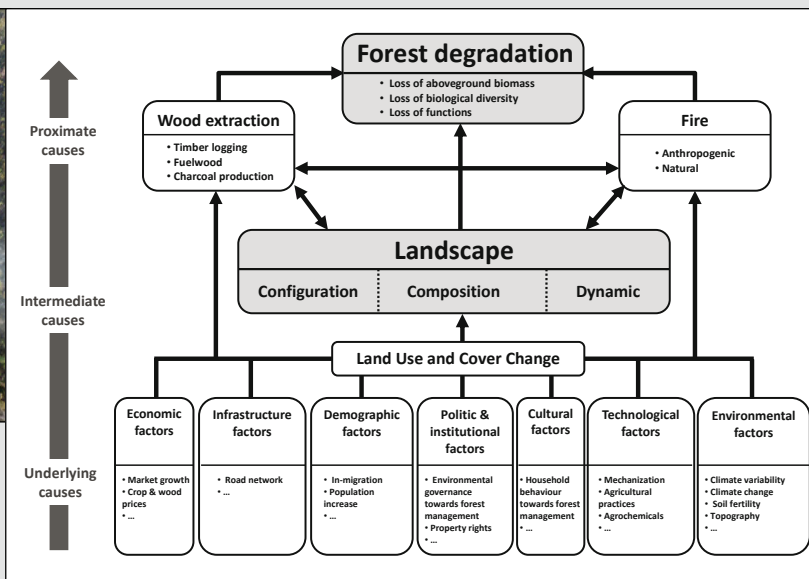


Figure 1.

Cadre conceptuel de l'analyse de la dégradation forestière (changements dans la structure forestière, diversité ou fonctionnement) en lien avec la dynamique de changement du sol. La thèse s'est intéressée à cartographier, via des indicateurs issus de la télédétection, le niveau de dégradation des forêts, et à analyser les impacts historiques de l'exploitation forestière et du feu sur la structure forestière (causes directes). Aussi, les interactions ont été analysées entre la dynamique paysagère (causes intermédiaires) et les différents degrés de dégradation qui renseignent sur l'intensité des pressions extérieures au peuplement forestier (par exemple : l'expansion agricole, les pratiques d'usage des sols ou les effets de la fragmentation).

Figure 1.

Conceptual framework for the analysis of forest degradation (changes in forest structure, diversity and functions) in relation to the dynamics of land use change. This thesis aimed to map levels of forest degradation via indicators developed from remote sensing data and to analyse past logging and fire impacts on forest structure (direct causes). We thus analysed the interactions between landscape dynamics (intermediate causes) and different degrees of degradation to build up a picture of the intensity of pressures external to the forest stand itself (such as agricultural expansion, land use practices and effects of fragmentation).

Figure 1.

Marco conceptual para el análisis de la degradación de los bosques (cambios en la estructura, en la diversidad o en el funcionamiento forestales) en relación con la dinámica de cambios del suelo. La tesis se centró en cartografiar el nivel de degradación de los bosques, mediante indicadores de teleobservación, y en analizar los efectos históricos del aprovechamiento maderero y de los incendios en la estructura de los bosques (causas directas). También se analizaron las interacciones entre la dinámica del paisaje (causas intermedias) y los diferentes grados de degradación, que proporcionan información sobre la intensidad de las presiones externas a la masa forestal (por ejemplo, la expansión agrícola, respecto a las prácticas de utilización de la tierra o a los efectos de la fragmentación).

Grade et diplôme : Diplôme national de docteur en Géographie.

Université : AgroParisTech, école doctorale ABIES, France.

Date de soutenance : 18 décembre 2019.

Composition du jury

Direction : Valéry GOND (Directeur, Cirad, UR 105 Forêts et Sociétés), Lilian BLANC (Co-Directeur, Cirad, UR 105 Forêts et Sociétés)

Membres : Sandra LUQUE (Présidente, Directrice de recherche, IRSTEA-INRAE, France)

Frédéric GOSSELIN (Rapporteur, ICPEF, IRSTEA-INRAE, France)

Frédéric ACHARD (Rapporteur, Chercheur, Joint Research Center, Italie)

Aurélien SHAPIRO (Examinatrice, Chercheuse, WWF, Allemagne)

Maxime RÉJOU-MÉCHAIN (Examinateur, Chargé de recherche, IRD, France)

Laurence MOY (Examinatrice, Professeure des Universités, Université de Rennes-2, France)

Yves LAUMONIER (Examinateur, Chercheur, Cirad, France et Indonésie)

Langue de rédaction : Anglais

Accès au manuscrit : <http://www.theses.fr/2019IAVF0027>

Contact

Cirad, UR 105, Forêts et Sociétés, TAC 105/D, Campus international de Baillarguet, 34398 Montpellier Cedex, France

bourgoïn.clement2@gmail.com

Publications

Liste des articles publiés

Bourgoïn C., Blanc L., Bailly J.-S., Cornu G., Berenguer E., Oszwald J., Tritsch I., Laurent F., Hasan A., Sist P., Gond V., 2018. The potential of multisource remote sensing for mapping the biomass of a degraded Amazonian forest. *Forests*, 9 (6): 303. <https://doi.org/10.3390/f9060303>

Bourgoïn C., Oszwald J., Bourgoïn J., Gond V., Blanc L., Dessard H., Phan T. V., Sist P., Läderach P., Reymondin L., 2019. Assessing the ecological vulnerability of forest landscape to agricultural frontier expansion in the Central Highlands of Vietnam. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 84: 101958. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2019.101958>

Bourgoïn C., Betbeder J., Couteron P., Blanc L., Dessard H., Oszwald J., Le Roux R., Cornu G., Reymondin L., Mazzei L., Sist P., Läderach P., Gond V., 2020. UAV-based canopy textures assess changes in forest structure from long-term degradation. *Ecological Indicators*, 115: 106386. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106386>

Bourgoïn C., Betbeder J., Le Roux R., Gond V., Oszwald J., Arvor D., Baudry J., Boussard H., Le Clech S., Mazzei L., Dessard H., Läderach P., Reymondin L., Blanc L., 2021. Looking beyond forest cover: How does landscape pattern drive forest degradation in the Amazon? *Environmental Research Letters*. (in revision)