

## RÉSUMÉ

### SYSTÈMES SYLVOPASTORAUX ET ATTÉNUATION DU CHANGEMENT CLIMATIQUE EN AMÉRIQUE LATINE

La production de bétail fait partie de la culture des peuples et est importante pour la nutrition et le bien-être humain. Cependant, le bétail d'élevage conventionnel est une source de gaz à effet de serre (Ges). La séquestration du carbone dans la végétation et les sols peut être améliorée tandis que les émissions de Ges peuvent diminuer avec le pâturage contrôlé, des espèces fourragères appropriées, et l'utilisation de systèmes sylvopastoraux (Sps) combinant arbres, arbustes et pâturages. En outre, les Sps favorisent l'adaptation au changement climatique avec les effets améliorateurs des arbres sur les températures de l'air qui limitent le dessèchement des pâturages et améliorent le bien-être et la productivité des animaux. Plusieurs types de Sps sont très répandus dans les paysages agricoles de l'Amérique latine. Dans les Sps intensifs (Isp), comprenant des banques de fourrage avec des espèces ligneuses plantées à haute densité, les rendements sont supérieurs à l'élevage conventionnel, en raison d'une plus grande densité de bétail et du gain de poids plus élevé des animaux. Les recherches en Colombie, au Nicaragua et au Costa Rica montrent que les Sps ont plus de carbone dans la biomasse aérienne et dans les sols que dans les pâturages dégradés. Dans les Sps, le bois des arbres fruitiers, plantés ou de régénération naturelle, augmente les stocks de carbone et les taux de séquestration. Les espèces arborées locales peuvent être utilisées dans les Sps avec de bons résultats en termes de productivité, de restauration des sols, de séquestration du carbone et de conservation de la biodiversité. L'utilisation de Sps contribue à la séquestration du carbone dans les arbres et dans les sols, tandis que l'établissement des plantations forestières et la conservation des forêts secondaires augmentent la séquestration et le stockage du carbone à l'échelle du paysage. Les Sps et surtout les Isp peuvent contribuer à atténuer le changement climatique car ils peuvent avoir un bilan Ges positif. En Amérique latine, les Isp aux résultats positifs ont été adaptés à des niveaux régionaux. Des mesures incitatives telles que le paiement des services environnementaux ainsi que l'assistance technique peuvent stimuler l'adoption des Sps contribuant ainsi à l'atténuation du changement climatique tout en préservant les moyens de subsistance en milieu rural.

**Mots-clés:** agroforesterie, séquestration du carbone, cheptel, systèmes sylvopastoraux intensifs, régions tropicales, durabilité.

## ABSTRACT

### SILVOPASTORAL SYSTEMS AND CLIMATE CHANGE MITIGATION IN LATIN AMERICA

Cattle production is part of people's culture and is important for human nutrition and welfare. However, conventional cattle ranching is a source of greenhouse gas (GHG) emissions. Carbon sequestration in vegetation and soils can be enhanced and GHG emissions reduced with controlled grazing, appropriate pasture species, and the use of silvopastoral systems (SPS), which combine trees and shrubs with pastures. In addition, SPS contribute to climate change adaptation thanks to the ameliorating effects of trees on air temperatures that dry out pastures, as well as improving animal well-being and productivity. Several types of SPS are commonly found in the agricultural landscapes of Latin America. Intensive SPS (ISPS), where fodder banks are combined with woody species planted at high density, produce better yields than conventional ranching thanks to higher cattle density and better weight gain by the animals. Research in Colombia, Nicaragua and Costa Rica shows that SPS have more carbon in aboveground biomass and in soils than degraded pastures. In SPS, the timber or fruit trees, either planted or from natural forest regeneration, increases carbon stocks and sequestration rates. Native tree species can be used in SPS with good results in terms of productivity, soil restoration, carbon sequestration, and biodiversity conservation. The use of SPS contributes to carbon sequestration in trees and in soils, while establishing forest plantations and conserving secondary forests increase carbon sequestration and storage at the landscape level. SPS and especially ISPS can contribute to climate change mitigation because their net GHG emissions can be negative. In Latin America, successful ISPS are being scaled up to regional levels. Incentives such as Payments for Environmental Services along with technical assistance can stimulate the adoption of SPS, thus contributing to climate change mitigation while preserving rural livelihoods.

**Keywords:** agroforestry, carbon sequestration, cattle, intensive silvopastoral systems, tropical regions, sustainability.

## RESUMEN

### SISTEMAS SILVOPASTORILES Y MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN AMÉRICA LATINA

La ganadería forma parte importante de la cultura, nutrición y bienestar humano. Sin embargo la ganadería convencional es fuente de gases de efecto invernadero (GEI). La captura de carbono en vegetación y suelos aumenta mientras que las emisiones de GEI disminuyen con el pastoreo controlado, el uso de especies de pasturas adecuadas y los sistemas silvopastoriles (SSP), que son la combinación de árboles o arbustos con pasturas. Los SSP contribuyen a la adaptación al cambio climático por los efectos moderadores de los árboles sobre la temperatura del aire que evitan la desecación de los pastos y mejoran el bienestar y productividad de los animales. En América Latina abundan diversos tipos de SSP. En los SSP intensivos (SSPI), incluyendo bancos forrajeros con especies leñosas plantadas a alta densidad, los rendimientos son superiores a los de la ganadería convencional por la mayor densidad y ganancia en peso de los animales. Investigaciones en Colombia, Nicaragua y Costa Rica demuestran que los SSP acumulan más carbono en biomasa aérea y suelos que las pasturas degradadas. En SSP, árboles frutales o madereros plantados o de regeneración natural aumentan el almacenamiento y captura de carbono. Especies arbóreas nativas en SSP dan buenos resultados en términos de productividad, restauración de suelos, captura de carbono y conservación de la biodiversidad. El uso de SSP contribuye a la captura de carbono en árboles y suelos, mientras que las plantaciones forestales y los bosques secundarios agregan captura y almacenamiento de carbono a nivel de paisaje. Los SSP, y especialmente los SSPi, pueden contribuir a la mitigación del cambio climático con un balance positivo de GEI. En América Latina se están adaptando a escala regional SSPI promisorios. Los incentivos como pagos por servicios ambientales, junto con la asistencia técnica, pueden estimular la adopción de SSP que contribuyan a mitigar el cambio climático y preservar las formas de vida de las poblaciones rurales.

**Palabras clave:** sistemas agroforestales, captura de carbono, ganadería, sistemas silvopastoriles intensivos, regiones tropicales, sustentabilidad.

## RÉSUMÉ

### LA REDD+ AU BRÉSIL : ENTRE CONSTRUCTION DU CADRE INSTITUTIONNEL ET FOISONNEMENT DES PROJETS PILOTES

Les premières lois sur le mécanisme Redd (Réduction des émissions liées à la déforestation et à la dégradation des forêts) au Brésil ont été adoptées en 2008. Elles précisent les objectifs et fixent le cap, ce qui permet de se rendre compte de l'importance que le Brésil accorde à ce mécanisme, devenu Redd+ du fait de l'élargissement de son périmètre pour qu'il inclue le stockage du carbone dans les sols et plus globalement la gestion dite durable des forêts tropicales. À partir d'enquêtes par entretiens avec des acteurs, et d'observations de terrain, complétées par l'analyse de la réglementation et de la bibliographie, cet article décrypte la construction du cadre institutionnel de la Redd+ au Brésil, en décrivant la contribution financière extérieure. Alors que ce cadre institutionnel est en cours de construction, et qu'une stratégie nationale Redd+ n'est pas encore élaborée et adoptée, l'engouement pour la Redd+ au Brésil paraît indéniable, comme le montrent les nombreuses initiatives à l'échelle des États fédérés (l'Amazonas, le Pará, l'Acre, le Mato Grosso). Les nombreux projets pilotes illustrent aussi cet engouement manifeste. L'inscription territoriale de ces projets pilotes montre qu'ils portent essentiellement sur des espaces faisant déjà l'objet d'une protection (aires protégées, territoires indigènes) alors qu'ils auraient pu porter davantage sur les espaces les plus menacés par la déforestation. L'article aborde en particulier le projet Redd+ de la réserve Juma, et soulève de nombreuses questions : la gouvernance et l'implication ou la participation des populations locales, la comptabilisation des émissions de gaz à effet de serre, la réalité de la déforestation évitée, l'articulation entre l'échelle nationale et l'échelle locale, etc.

**Mots-clés :** Redd+, déforestation, forêt amazonienne, gaz à effet de serre, changement climatique, Brésil.

## ABSTRACT

### REDD+ IN BRAZIL: A PROFUSION OF PILOT PROJECTS WITH AN INSTITUTIONAL FRAMEWORK STILL UNDER CONSTRUCTION

Brazil adopted its first laws on the REDD mechanism (Reducing Emissions from Deforestation and forest Degradation) in 2008. These laws setting out goals and orientations show the importance given by Brazil to this mechanism, now called REDD+ since its scope was widened to include carbon storage in soils and, more generally, "sustainable" tropical forest management. From surveys based on interviews with those involved and field observations supplemented by an analysis of the regulations and the bibliography, this article sets out to elucidate the construction of the REDD+ institutional framework in Brazil, with a description of external financial contributions. Although the institutional framework is still under construction and the national REDD+ strategy still awaiting development and adoption, REDD+ in Brazil is already being received with great enthusiasm, as illustrated by numerous initiatives from federated States (Amazonas, Para, Acre and Mato Grosso) as well as many pilot projects. The regional contexts of these pilot projects show that they are mainly taking place in areas that are already under protection (protected areas or indigenous lands), although they could have focused more particularly on the areas most threatened by deforestation. Looking in particular into the Juma Reserve REDD+ project, this article raises a great many questions, including on governance and the involvement or participation of local populations, on greenhouse gas accounting, on the reality of avoided deforestation and on linkages between the local and national scales.

**Keywords:** REDD+, deforestation, Amazonian forest, greenhouse gases, climate change, Brazil

## RESUMEN

### REDD+ EN BRASIL: ENTRE CONSTRUCCIÓN DEL MARCO INSTITUCIONAL Y PROFUSIÓN DE PROYECTOS PILOTO

Las primeras leyes sobre el mecanismo REDD (Reducción de Emisiones de la Deforestación y Degradación de bosques) en Brasil fueron adoptadas en 2008. Éstas precisan los objetivos y fijan el rumbo, lo que permite darse cuenta de la importancia que Brasil concede a dicho mecanismo, transformado en REDD+ para ampliar su alcance e incluir el almacenamiento de carbono en el suelo y, de modo más global, el manejo llamado sostenible de los bosques tropicales. A partir de encuestas basadas en entrevistas con actores y de observaciones de campo, completadas con el análisis de la normativa y de la bibliografía, este artículo describe la construcción del marco institucional de la REDD+ en Brasil y describe la contribución financiera externa. Aunque dicho marco institucional está todavía en construcción, y que aún no se ha elaborado y adoptado una estrategia nacional REDD+, el entusiasmo que este mecanismo suscita en Brasil parece incuestionable, tal y como demuestran las numerosas iniciativas a nivel de los Estados Federados (Amazonas, Pará, Acre y Mato Grosso). Los numerosos proyectos piloto manifiestan también este evidente entusiasmo. La delimitación territorial de estos proyectos muestra que se centran básicamente en zonas que ya cuentan con protección (áreas protegidas, territorios indígenas) mientras que habrían podido orientarse más hacia los espacios más amenazados por la deforestación. El artículo aborda en concreto el proyecto REDD+ de la Reserva Juma y plantea numerosos interrogantes: la gobernanza, la implicación o participación de la población local, el inventario de las emisiones de gases de efecto invernadero (EGEI), la realidad de la deforestación evitada, la articulación entre la escala nacional y local, etc.

**Palabras clave:** REDD+, deforestación, bosque amazónico, gases de efecto invernadero, cambio climático, Brasil.

## RÉSUMÉ

### CARTOGRAPHIER LE CARBONE STOCKÉ DANS LA VÉGÉTATION : PERSPECTIVES POUR LA SPATIALISATION D'UN SERVICE ÉCOSYSTÉMIQUE

Les grands programmes internationaux d'observation des écosystèmes, tels que le Millenium Ecosystem Assessment (Mea), puis Redd (Réduction des émissions liées à la déforestation et à la dégradation des forêts) et Redd+, préconisent le développement des approches permettant de quantifier et de spatialiser les services écosystémiques afin de mettre en œuvre des pratiques et des politiques de gestion environnementale plus adaptées. La cartographie des services écosystémiques apparaît ainsi comme un outil majeur des espaces à forts enjeux environnementaux. Cependant, elle souffre encore de certaines limitations. C'est le cas du stock de carbone dans la biomasse végétale. À l'échelle d'une localité d'Amazonie brésilienne de 175 km<sup>2</sup>, cette fonction écologique a été cartographiée avec une résolution spatiale de 30 x 30 m. Afin de quantifier ces stocks, des mesures de biomasse arborée et arbustive au sein de 45 « points » et des données géographiques obtenues par télédétection sont mises en jeu. Pour cela, deux méthodes statistiques sont testées : l'arbre de décision et la régression linéaire multiple. Les résultats statistiques de chacune de ces méthodes sont présentés, permettant d'en comprendre les intérêts et les inconvénients. La qualité d'ajustement de ces modèles est testée. Si l'arbre de décision décrit mieux le rôle des variables explicatives, la régression linéaire multiple permet une prédiction beaucoup plus efficace. Elle rend alors davantage compte de la variabilité spatiale au sein de chaque type d'occupation du sol. Cette méthode fait apparaître à l'échelle de la ferme des phénomènes spécifiques au territoire étudié. Cela permet de retranscrire simplement le résultat d'un processus écologique tout en le mettant en relation avec les activités anthropiques. Cette étude permet donc d'illustrer l'importance des choix méthodologiques afin d'obtenir la cartographie d'un processus.

**Mots-clés :** services écosystémiques, processus physiques, stocks de carbone, cartographie, modèle statistique, Amazonie brésilienne.

## ABSTRACT

### MAPPING CARBON STOCKS IN VEGETATION: PROSPECTS FOR THE SPATIALISATION OF AN ECOSYSTEM SERVICE

Major ecosystem observation programmes such as the Millennium Ecosystem Assessment (MEA), REDD (Reducing Emissions from Deforestation and forest Degradation) and subsequently REDD+, recommend the development of approaches capable of quantifying and spatialising ecosystem services to support the implementation of more appropriate environmental management practices and policies. Ecosystem service mapping could thus become an important tool for high-priority areas in terms of the environment. However, the approach still has a number of limitations, for example as regards carbon stocks in plant biomass. This ecological function was mapped on the scale of a 175 km<sup>2</sup> locality in the Brazilian Amazon, to a spatial resolution of 30x30m. In order to quantify the carbon stocks, measurements of tree and shrub biomass in 45 different "points" were used together with geographical data obtained by remote sensing. To do so, two statistical methods were tested: the decision tree method and multiple linear regression. The statistical results from each of these methods are described here to show their advantages and disadvantages. Tests of the data adjustment quality of each model showed that while the decision tree method produces a better description of the role of explanatory variables, multiple linear regression is much more effective as a predictive tool as it gives a better picture of spatial variability for each type of land use. This method reveals terrain-specific phenomena on the scale of a single farm, thus allowing the result of an ecological process to be transcribed simply while also relating it to human activities. This study thus illustrates the importance of methodological choices in mapping a given process.

**Keywords:** ecosystem services, physical processes, carbon stocks, mapping, statistical model, Brazilian Amazon.

## RESUMEN

### CARTOGRAFIAR EL CARBONO ALMACENADO EN LA VEGETACIÓN: PERSPECTIVAS PARA LA ESPACIALIZACIÓN DE UN SERVICIO ECOSISTÉMICO

Los grandes programas internacionales de observación de los ecosistemas, como Millenium Ecosystem Assessment (MEA) y, posteriormente, REDD (Reducción de Emisiones de la Deforestación y Degradación de bosques) y REDD+, recomiendan el desarrollo de enfoques que permitan cuantificar y espacializar los servicios ecosistémicos (SE) para implementar las prácticas y políticas de manejo ambiental más adaptadas. Así pues, la cartografía de los SE aparece como una importante herramienta en los espacios que enfrentan fuertes desafíos ambientales. No obstante, esta herramienta tiene aún ciertos límites como la cuantificación de las existencias de carbono en la biomasa vegetal. Esta función ecológica se cartografió con una resolución espacial de 30x30m a escala de una localidad de la Amazonia brasileña de 175 km<sup>2</sup>. Para cuantificar dichas existencias, se emplearon mediciones de la biomasa arborea y arbustiva en 45 "puntos", así como datos geográficos obtenidos mediante teledetección. Para ello, se utilizaron dos métodos estadísticos: el árbol de decisión y la regresión lineal múltiple. Se presentan los resultados estadísticos de ambos métodos para poder comprender sus ventajas e inconvenientes. Se probó la calidad de ajuste de estos métodos y, si bien el árbol de decisión describe mejor el papel de las variables explicativas, la regresión lineal múltiple permite una predicción mucho más eficaz, ya que refleja mejor la variabilidad espacial dentro de cada tipo de ocupación de suelo. Este método pone de manifiesto, a escala de la explotación agrícola, una serie de fenómenos específicos del territorio estudiado. Esto permite plasmar sencillamente el resultado de un proceso ecológico vinculándolo al mismo tiempo con las actividades antrópicas. Este estudio permite poner de relieve la importancia de la elección metodológica para obtener la cartografía de un proceso.

**Plabras clave:** servicios ecosistémicos, procesos físicos, existencias de carbono, cartografía, modelo estadístico, Amazonia brasileña.

## RÉSUMÉ

### IMPACT DE LA STRUCTURE SPATIALE DE *STROMBOSIA SCHEFFLERI* ENGL. ET *XYMALOS MONOSPORA* (HARV.) BAILL. SUR LA RÉGÉNÉRATION NATURELLE ET LA COEXISTENCE DES ESPÈCES ARBORESCENTES DANS LA RÉSERVE NATURELLE FORESTIÈRE DE BURURI, BURUNDI

Dans le but d'analyser l'influence de la structure spatiale sur le fonctionnement écologique des écosystèmes forestiers, une étude sur la distribution spatiale, la régénération naturelle et la coexistence des principales espèces arborescentes a été menée dans la réserve naturelle forestière de Bururi au Burundi. Cette aire protégée constitue la partie la plus méridionale du système de forêts de la crête Congo-Nil. La présente étude cherche à tester l'hypothèse selon laquelle la structure spatiale agrégée d'une espèce arborescente aurait un impact sur la régénération naturelle et la coexistence avec des espèces arborescentes du même habitat. Deux méthodes, l'une basée sur la distance au plus proche voisin et l'autre sur la variation du nombre d'individus de l'espèce dans les placettes échantillonnées, ont été appliquées pour déterminer le type de distribution spatiale des espèces arborescentes. Leur régénération naturelle a été évaluée sur la base de la distribution de leurs diamètres. L'analyse de la distribution spatiale a montré que *Strombosia scheffleri* et *Xymalos monospora* sont caractérisées par une distribution spatiale agrégée. La présente étude a ensuite mis en évidence l'impact négatif de la distribution agrégée de *S. scheffleri* et *X. monospora* sur la régénération naturelle de *Entandrophragma excelsum* et *Prunus africana*, deux espèces menacées de disparition au Burundi. Ainsi, la dominance locale d'une espèce arborescente peut réduire la diversité comme le stipule l'hypothèse d'échappement.

**Mots-clés :** distribution spatiale, régénération naturelle, méthode de la distance au plus proche voisin, réserve naturelle forestière de Bururi, crête Congo-Nil.

## ABSTRACT

### IMPACT OF THE SPATIAL STRUCTURE OF *STROMBOSIA SCHEFFLERI* ENGL. AND *XYMALOS MONOSPORA* (HARV.) BAILL. ON NATURAL REGENERATION AND COEXISTENCE OF TREE SPECIES IN THE BURURI FOREST NATURE RESERVE IN BURUNDI

In order to analyze the influence of the spatial structure of the ecological functioning of forest ecosystems, a study on the spatial distribution of natural regeneration and coexistence of the main tree species was conducted in Bururi Forest Nature Reserve in Burundi. This protected area is the southernmost part of the Congo-Nile ridge forest system. The study tests the hypothesis that the aggregated spatial structure of a tree species would have an impact on natural regeneration and the coexistence of other tree species in the same habitat. Two methods were used to determine the type of spatial distribution of tree species: one based on the distance to the nearest neighbor and the second on change in the number of individuals of the species in the sample plots. Natural regeneration was evaluated on the basis of the distribution of their diameters. Analysis of the spatial distribution showed that *Strombosia scheffleri* and *Xymalos monospora* are characterized by a spatial distribution of aggregate. Then, the study was highlighted the negative impact of the aggregate distribution of *S. scheffleri* and *X. monospora* on natural regeneration of *Entandrophragma excelsum* and *Prunus africana*, two endangered species in Burundi. Thus, the local dominance of a tree species can reduce the diversity as stipulated in the escape hypothesis.

**Keywords:** spatial distribution, natural regeneration, nearest neighbour method, Bururi Forest Nature Reserve, Congo-Nile ridge.

## RÉSUMÉ

### IMPACTO DE LA ESTRUCTURA ESPACIAL DE *STROMBOSIA SCHEFFLERI* ENGL. Y *XYMALOS MONOSPORA* (HARV.) BAILL. SOBRE LA REGENERACIÓN NATURAL Y LA COEXISTENCIA DE ESPECIES ARBÓREAS EN LA RESERVA NATURAL FORESTAL DE BURURI, BURUNDI

Con el fin de analizar la influencia de la estructura espacial en el funcionamiento ecológico de los ecosistemas forestales, se llevó a cabo un estudio de la distribución espacial, la regeneración natural y la coexistencia de las principales especies arbóreas en la Reserva Natural Forestal de Bururi, en Burundi. Esta área protegida constituye la parte más meridional del sistema de bosques de la cresta Congo-Nilo. El presente estudio pone a prueba la hipótesis según la cual la estructura espacial agregada de una especie arbórea tendría un impacto en la regeneración natural y en la coexistencia con especies arbóreas del mismo hábitat. Se aplicaron dos métodos para determinar el tipo de distribución espacial de las especies arbóreas: uno basado en la distancia al vecino más cercano y otro en la variación del número de individuos de la especie en los cuadrados muestreados. Su regeneración natural se evaluó basándose en la distribución de sus diámetros. El análisis de la distribución espacial mostró que *Strombosia scheffleri* y *Xymalos monospora* se caracterizan por una distribución espacial agregada. Seguidamente, el presente estudio evidenció el impacto negativo de la distribución agregada de *S. scheffleri* y *X. monospora* en la regeneración natural de *Entandrophragma excelsum* y *Prunus africana*, dos especies amenazadas de desaparición en Burundi. Así pues, tal y como postula la hipótesis de escape, la dominancia local de una especie arbórea puede reducir la diversidad.

**Palabras clave:** distribución espacial, regeneración natural, método de la distancia al vecino más cercano, Reserva Natural Forestal de Bururi, cresta Congo-Nilo.

## RÉSUMÉ

### IDENTIFICATION ET IMPORTANCE LOCALE DES PLANTES MÉDICINALES UTILISÉES DANS LA RÉGION DE MBANZA-NGUNGU, RÉPUBLIQUE DÉMOCRATIQUE DU CONGO

Une enquête ethnobotanique a été menée sur les plantes médicinales dans la région de Mbanza-Ngungu, province du Bas-Congo, en République démocratique du Congo. Des interviews semi-structurées et des observations participatives ont été effectuées entre février 2009 et mai 2012 auprès de 51 tradipraticiens échantillonnés par la méthode « boule de neige ». Un herbier de référence a été constitué et les échantillons ont été identifiés à l'herbarium du Jardin botanique de Kisantu et de l'Université de Kinshasa. Le but était d'identifier les plantes médicinales populaires en médecine traditionnelle, de documenter leur importance relative et de comparer l'usage alimentaire et non alimentaire de ces plantes. Pendant l'interview, 195 plantes médicinales ont été enregistrées, dont 165 espèces botaniques identifiées appartenant à 138 genres et 56 familles. Les feuilles et les racines constituent les parties de plantes les plus utilisées (63 % des citations) et la décoction représente le mode de préparation le plus fréquent (46 %). L'administration des remèdes se fait le plus souvent par voie orale (71 %). L'importance locale des plantes médicinales et le degré de consensus des informateurs ont respectivement été déterminés sur la base des paramètres *medicinal Use Value* (*med.UV<sub>s</sub>*) et *Informant Agreement Ratio* (*med.IAR<sub>s</sub>*). *Elaeis guineensis* (0,71), *Brillantaisia patula* (0,39), *Zingiber officinale* (0,35) et *Mondia whitei* (0,35) présentent les *med.UV<sub>s</sub>* les plus élevés. Par ailleurs, *Catharanthus roseus*, *Lansea antiscorbutica*, *Palisota ambigua*, *Raphia gentiliana*, *Sansevieria trifasciata* se distinguent par un *med.IAR<sub>s</sub>* maximal de 1. Parmi les plantes médicinales aux *med.UV<sub>s</sub>* les plus élevés, *M. whitei* et *Dorstenia laurientii* sont présentement très menacées dans le milieu d'étude. Quant aux études plus approfondies, *Senna occidentalis* serait prioritaire. Il faudrait lui associer les plantes médicinales avec un *med.IAR<sub>s</sub>* de 1.

**Mots-clés :** plantes médicinales, consensus des informateurs, ethnobotanique quantitative, indices d'importance locale, Afrique centrale.

## ABSTRACT

### IDENTIFICATION AND LOCAL IMPORTANCE OF MEDICINAL PLANTS USED IN THE MBANZA-NGUNGU REGION, DEMOCRATIC REPUBLIC OF CONGO

An ethnobotanical survey was conducted on medicinal plants used in the Mbanza-Ngungu region of the Bas-Congo Province, Democratic Republic of Congo. Between February 2009 and May 2012, semi-structured interviews and participatory observations were conducted with 51 traditional healers selected with the "snowball method". A reference herbarium was collected and the samples identified using the plant collections at the Kisantu botanical gardens and the University of Kinshasa. The aims were to identify the most widely used medicinal plants and their relative importance locally, and to compare their food and non-food uses. During the interviews, we recorded the use of 195 medicinal plants, including 165 identified botanical species belonging to 138 genera and 56 families. Leaves and roots were the most commonly used parts of the plants (63% of citations), with decoction as the most frequent method of preparation. These plant remedies were mainly taken by mouth (71%). The local importance of the medicinal plants and the degree of agreement among informants were determined by the "medicinal use value" (*med.UV<sub>s</sub>*) parameter and the "informant agreement ratio" (*med.IAR<sub>s</sub>*), respectively. The highest use values were found for *Elaeis guineensis* (0.71), *Brillantaisia patula* (0.39), *Zingiber officinale* (0.35) and *Mondia whitei* (0.35). The species *Catharanthus roseus*, *Lansea antiscorbutica*, *Palisota ambigua*, *Raphia gentiliana*, *Sansevieria trifasciata* all had a maximum IAR of 1. Of the medicinal plants with the highest use values, *M. whitei* and *Dorstenia laurientii* are currently under severe threat in the study zone. More in-depth studies should focus as a priority on *Senna occidentalis*, and on the medicinal plants with the maximum *med.IAR<sub>s</sub>* of 1.

**Keywords:** medicinal plants, informant agreement, quantitative ethnobotany, local importance index, Central Africa.

## RESUMEN

### IDENTIFICACIÓN E IMPORTANCIA LOCAL DE LAS PLANTAS MEDICINALES UTILIZADAS EN LA REGIÓN DE MBANZA-NGUNGU, REPÚBLICA DEMOCRÁTICA DEL CONGO

Se llevó a cabo una encuesta etnobotánica sobre las plantas medicinales (PM) en la región de Mbanza-Ngungu, Provincia de Bas-Congo en la República Democrática del Congo. Se efectuaron entrevistas semiestructuradas y observaciones participativas, entre febrero de 2009 y mayo de 2012, a 51 terapeutas tradicionales muestreados según el método de bola de nieve. Se constituyó un herbario de referencia y las muestras se identificaron en el herbario del Jardín Botánico de Kisantu y de la Universidad de Kinshasa. El objetivo consistía en identificar las PM populares en la medicina tradicional, documentar su importancia relativa y comparar el uso alimentario y no alimentario de dichas plantas. Durante la entrevista se registraron 195 PM, de las que se identificaron 165 especies botánicas pertenecientes a 138 géneros y 58 familias. Hojas y raíces son las partes más utilizadas (citadas por el 63% de los entrevistados) y la decocción es el modo de preparación más frecuente (46%). Los remedios se suelen administrar por vía oral (71%). La importancia local de las PM y el grado de consenso de los informadores fueron determinados basándose, respectivamente, en los parámetros *medicinal Use Value* (*med UV<sub>s</sub>*) e *Informant Agreement Ratio* (*med IAR<sub>s</sub>*). *Elaeis guineensis* (0,71), *Brillantaisia patula* (0,39), *Zingiber officinale* (0,35) y *Mondia whitei* (0,35), presentan los *med UV<sub>s</sub>* más altos. Por otra parte, *Catharanthus roseus*, *Lansea antiscorbutica*, *Palisota ambigua*, *Raphia gentiliana* y *Sansevieria trifasciata* se distinguen por un *med IAR<sub>s</sub>* máximo de 1. Dentro de las PM con los *med UV<sub>s</sub>* más altos, *M. whitei* y *Dorstenia laurientii* se encuentran ahora muy amenazadas en el entorno estudiado. Respecto a la ampliación de estudios, habría que priorizar el de *Senna occidentalis*, asociando aquellas PM con un *med IAR<sub>s</sub>* de 1.

**Palabras clave:** plantas medicinales, consenso de los informadores, etnobotánica cuantitativa, índices de importancia local, África Central.

## RÉSUMÉ

### VALORISATION DE LA FILIÈRE BAMBOU DANS LES ZONES ORIENTALES DE MADAGASCAR : CONTRAINTES ET OPPORTUNITÉS

Les bambous occupent une place importante dans la vie de nombreux ménages tant ruraux qu'urbains à Madagascar. Ils sont distribués essentiellement le long des massifs centraux de l'île et dans la forêt humide de l'Est. À partir d'un travail bibliographique, d'entretiens sur le terrain et de travaux de laboratoire, cette étude établit un diagnostic interne et externe de la filière bambou dans les zones orientales de Madagascar, particulièrement les régions Analanjirifo et Atsinanana. Suite à ces diagnostics, des options stratégiques ont été formulées. Plusieurs points forts ont été notés, notamment l'appui d'un organisme spécialisé (Inbar), l'existence de conditions d'extension favorables et la motivation des acteurs qui permettent de présager un fort développement de cette filière dans le futur. De plus, les espèces rencontrées dans la zone possèdent des propriétés physico-mécaniques intéressantes, permettant de satisfaire les besoins pour diverses catégories d'utilisations. Comme contraintes, on peut noter la défaillance des mesures réglementaires, les techniques de transformation archaïques et la faible récupération des sous-produits. La méconnaissance des potentialités exactes, aussi bien en termes de superficie disponible qu'en ce qui concerne les propriétés des chaumes, limite la valorisation du bambou. La relance de la filière bambou garantirait en partie la pérennisation d'autres ressources des forêts naturelles. Cette étude a permis de démontrer l'importance des bambous dans les zones orientales de Madagascar. Elle constitue un point de départ pour une investigation plus approfondie.

**Mots-clés :** diagnostic de la filière, propriétés physico-mécaniques, technologie de valorisation, bambou, région orientale de Madagascar.

## ABSTRACT

### CONSTRAINTS AND OPPORTUNITIES FOR THE VALUATION OF BAMBOO CHAIN IN EASTERN REGIONS OF MADAGASCAR

Bamboo is of considerable importance for many households in Madagascar, both rural and urban. Bamboo is mainly grown in Madagascar's central uplands and eastern humid forests. Based on bibliographic research, field interviews and laboratory analyses, this study established internal and external diagnoses of the bamboo sector in Madagascar's eastern regions, particularly the Analanjirifo and Atsinanana districts. These diagnoses were then used to formulate strategic options. Several strategic options were noted, especially the support provided by a specialised organisation (INBAR), favourable conditions for extension work and a high level of motivation among those concerned, all of which allow predict a strong development of the Bamboo chain in the future. Furthermore, the physical and mechanical properties of bamboo species found in the study zone are of considerable interest to meet needs for various kinds of uses. The constraints noted include inadequate regulatory measures, archaic processing techniques and a low rate of recovery of by-products. The ignorance of the exact potential of the area available as well as the properties of the thatches limits the valorization of bamboo. The revival of the Bamboo chain could partly contribute to the long-term preservation of other natural forest resources. This study demonstrates the importance of bamboo in eastern Madagascar and has established a basis for more in-depth investigations.

**Keywords:** diagnosis of the chain, physical and mechanical properties, development technologies, bamboo, eastern Madagascar.

## RESUMEN

### VALORIZACIÓN DE LA CADENA DEL BAMBÚ EN LAS ZONAS ORIENTALES DE MADAGASCAR: LIMITACIONES Y OPORTUNIDADES

El bambú ocupa un lugar importante en la vida de numerosos hogares, tanto urbanos como rurales, de Madagascar. Los bambúes se distribuyen fundamentalmente a lo largo de los macizos centrales de la isla y en el bosque húmedo del este. Basándose en bibliografía, entrevistas de campo y trabajo de laboratorio, este estudio establece un diagnóstico interno y externo de la cadena productiva del bambú en las zonas orientales de Madagascar, especialmente en las regiones de Analanjirifo y Atsinanana. A raíz de estos diagnósticos, se formularon opciones estratégicas. Se observaron varios puntos fuertes, especialmente el respaldo de un organismo especializado (INBAR), la existencia de condiciones de extensión favorables y la motivación de los actores, que permiten vaticinar un fuerte desarrollo de esta cadena en el futuro. Además, las especies encontradas en la zona poseen interesantes propiedades físico-mecánicas que permiten satisfacer las necesidades de distintas categorías de usos. Entre las limitaciones, se observan deficiencias en las medidas reglamentarias, técnicas de transformación arcaicas y escasa recuperación de los subproductos. El desconocimiento del potencial exacto, tanto en cuanto a la superficie disponible como en lo relativo a las propiedades de los rastrojos, limita la valorización del bambú. La reactivación de la cadena del bambú garantizará en parte el mantenimiento de otros recursos de los bosques naturales. Este estudio permitió demostrar la importancia del bambú en las zonas orientales de Madagascar y supone un punto de partida para una investigación más intensa.

**Palabras clave:** diagnóstico de la cadena, propiedades físico-mecánicas, tecnología de valorización, bambú, región oriental de Madagascar.

## RÉSUMÉ

### ÉVALUATION DE LA RESSOURCE EN TECK, *TECTONA GRANDIS* L.F., DES PLANTATIONS PRIVÉES DU SUD-BÉNIN

Au Sud-Bénin, les plantations privées de teck ont été installées à un rythme croissant ces trois dernières décennies. Pour combler le vide d'informations fiables sur cette ressource, une démarche méthodologique a été conçue en vue de quantifier et caractériser les plantations privées de teck et de mieux connaître les propriétaires privés impliqués dans la production de teck au Bénin. Celle-ci s'apparente à un échantillonnage boule de neige (Ebn) ou *snowball sampling* avec trois types d'acteurs, les agents des services forestiers, les chefs de village et les propriétaires de plantations de teck ou leur représentant. Les données collectées sont le profil socio-économique du propriétaire, le descriptif général de ses plantations et la caractérisation dendrométrique de ces dernières. En vue d'évaluer la capacité de l'Ebn, un échantillonnage par quadrats a été mis en place. L'Ebn a permis d'identifier 1 002 propriétaires et de recenser 861,10 ha de plantations de teck, *Tectona grandis* L.f. Près de 69 % des plantations ont moins de 6 ans, comprenant 12,4 % de jeunes plantations et 56,7 % de taillis. Les futaies âgées de plus de 20 ans ne représentent qu'une infime proportion de la ressource en teck (0,2 %). Avec un taux de boisement global très faible estimé à 3,58 %, un taux de détection de l'Ebn de 68,6 %, la surface totale en teck est estimée à 1 255,3 ha avec les limites de confiance de 1 084,5 ha et 1 574,2 ha. La géodatabase construite lors de l'application de l'Ebn sur la commune de Toffo constitue indéniablement une amorce prometteuse dans la construction d'un réseau d'acteurs impliqués dans la culture du teck. L'intérêt d'une telle approche dans le contexte d'une foresterie paysanne justifie l'application de l'Ebn aux autres communes.

**Mots-clés :** évaluation, caractérisation, ressource en teck, snowball sampling, bootstrap, Bénin.

## ABSTRACT

### ASSESSMENT OF TEAK, *TECTONA GRANDIS* L.F., RESOURCES IN PRIVATE PLANTATIONS IN SOUTHERN BENIN

Private teak plantations in southern Benin have been established at an increasing rate in the last thirty years. To remedy the lack of reliable information on this resource, a methodological approach was designed to quantify and characterise private teak plantations and gain a better understanding of the private owners involved in teak production in Benin. The method involves "snowball sampling" among three categories of players: forestry service agents, village chiefs and the owners of teak plantations or their representatives. The data collected are the socio-economic profiles of the owners, an overall description of their plantations and dendrometric characterisations of these plantations. In order to assess its performance, the snowball sampling technique was tested by the quadrant method. Snowball sampling identified 1,002 owners and 861.10 ha of *Tectona grandis* L.f. plantations. Almost 69 % of the plantations were less than 6 years of age, of which 12.4 % were young plantations and 56.7 % coppice. Stands more than 20 years of age accounted for only a very small proportion of these teak resources (0.2 %). With a very low overall afforestation rate, estimated at 3.58 %, and a snowball sampling detection rate of 68.6%, the total area planted with teak was estimated at 1,255.3 ha, within confidence limits of 1,084.5 ha and 1,574.2 ha. The geodatabase built up during the snowball sampling campaign in the Toffo municipality is clearly a promising start for the development of a network of players involved in teak production. The value of snowball sampling in the context of small-scale silviculture warrants its application to the other municipalities concerned.

**Keywords:** assessment, characterisation, teak resources, snowball sampling, bootstrap, Benin.

## RESUMEN

### EVALUACIÓN DE LOS RECURSOS DE TECA, *TECTONA GRANDIS* L.F., DE LAS PLANTACIONES PRIVADAS DEL SUR DE BENÍN

Las plantaciones privadas de teca en el sur de Benín se han ido estableciendo a un ritmo cada vez mayor en los últimos treinta años. Para llenar el vacío de información confiable sobre este recurso, se desarrolló un enfoque metodológico a fin de cuantificar y caracterizar las plantaciones privadas de teca y conocer mejor a los propietarios privados dedicados a la producción de teca en Benín. Este enfoque se asemeja al muestreo en bola de nieve (MBN) con tres tipos de actores: los agentes de los servicios forestales, los jefes de los poblados y los propietarios de las plantaciones de teca o su representante. Los datos recabados son el perfil socioeconómico del propietario, la descripción general de sus plantaciones y su caracterización dendrométrica. Se estableció un muestreo por cuadrados para evaluar la capacidad del MBN. El MBN permitió identificar 1.002 propietarios e inventariar 861,10 ha de plantaciones de teca, *Tectona grandis* L.f.. Casi el 69 % de las plantaciones tiene menos de 6 años, con un 12,4% de plantaciones jóvenes y 56,7% de monte bajo. El monte alto de más de 20 años apenas supone una ínfima parte de los recursos de teca (0,2%). Con una tasa de forestación global muy baja, estimada a 3,58%, y una tasa de detección del MBN de 68,6%, la superficie total de teca se estima en 1.255,3 ha, con límites de confianza de 1.084,5 ha y 1.574,2 ha. La geodatabase elaborada durante la aplicación del MBN en el municipio de Toffo constituye indudablemente un inicio prometedor para la construcción de una red de actores involucrados en el cultivo de la teca. El interés de dicho enfoque en el marco de la silvicultura campesina justifica la aplicación del MBN en otros municipios.

**Palabras clave:** evaluación, caracterización, recursos de teca, muestreo en bola de nieve, bootstrap, Benín.