

Patrice SAVADOGO,  
Muluaem TIGABU, Louis SAWADOGO,  
Per Christer ODÉN

## RÉSUMÉ

### COMPOSITION, STRUCTURE ET DIVERSITÉ DES ESPÈCES LIGNEUSES EN SAVANE SOUDANAISE AU BURKINA FASO

La variabilité climatique croissante et les impacts des activités humaines entraînent une forte dégradation des forêts de la région soudanaise. Afin de développer des orientations de conservation, il est urgent de disposer d'informations sur l'état actuel de ce type de végétation. Nous présentons ici la composition, la structure et la diversité des espèces ligneuses sur des parcelles de quatre types : forêt dense, forêt claire, forêt-galerie et jachère abandonnée. Toutes les espèces ligneuses ont été systématiquement identifiées et mesurées sur un échantillon de quinze parcelles de 0,25 ha. Les densités, dominances, fréquences et valeurs d'importance générique ont été calculées pour caractériser la composition spécifique. Plusieurs paramètres ont été calculés pour déterminer l'hétérogénéité de chaque parcelle. Au total, 89 espèces représentatives de 29 familles et 66 genres ont été enregistrées, avec un nombre décroissant en forêt dense et claire, en forêt-galerie et en jachère. Les familles les plus abondantes sont les fabacées et les combretacées. La densité des tiges de diamètre (dhp) supérieur ou égal à 5 cm et la surface terrière sont les plus élevées en forêt-galerie. La courbe de répartition par classe de dimension est en forme de J inversé, indiquant une prédominance d'individus jeunes. Les indices de diversité montrent une diversité plus élevée en forêt dense et une similitude généralement faible entre parcelles. La distribution de l'abondance spécifique pour chaque parcelle est logarithmique, attestant d'un grand nombre d'espèces rares. Les espèces de grande importance pour la conservation doivent être réintroduites, afin de maintenir une population de taille viable.

**Mots clés :** biodiversité, conservation, forêt sèche, espèce menacée, zone boisée.

## ABSTRACT

### WOODY SPECIES COMPOSITION, STRUCTURE AND DIVERSITY OF VEGETATION PATCHES OF A SUDANIAN SAVANNA IN BURKINA FASO

The woodlands of the Sudanian region are heavily degraded due to increasing climatic variability and anthropogenic impacts, and only relatively small patches are left within the savanna area. In order to develop conservation guidelines, information on the current status of this vegetation type is urgently needed. We describe the species composition, structure and diversity of woody species in four patches of vegetation: dense woodland, open woodland, gallery forest and abandoned fallow. All woody species were systematically identified and measured in fifteen 0.25-ha sample plots. Density, dominance, frequency, and species and family importance values were computed to characterize the species composition. A variety of diversity measures were calculated to examine the heterogeneity of each patch. A total of 89 species representing 29 families and 66 genera were found; of which 67, 60, 35 and 23 species were recorded in the dense woodland, open woodland, fallow, and gallery forest, respectively. Fabaceae and Combretaceae were the most abundant families. The density of stems  $\geq 5$  cm dbh and the basal area were higher in the gallery forest than in the other patches. The size class distributions of the vegetation produced a reverse J-shaped curve, indicating that the forest is dominated by young individuals. Diversity indices showed that dense woodland was the most diverse, and similarity between patches was generally low. The species abundance patterns for each patch displayed the log series distribution, indicating large numbers of rare species. We identified species with high conservation importance that should be reintroduced to maintain a viable population size.

**Keywords:** biodiversity, conservation, dry forest, threatened species, woodland.

## RESUMEN

### COMPOSICIÓN, ESTRUCTURA Y DIVERSIDAD DE LAS ESPECIES LEÑOSAS DE LA SABANA SUDANESA EN BURKINA FASO

La creciente variabilidad climática y el impacto antrópico provocan una fuerte degradación de los bosques de la región sudanesa. Para desarrollar orientaciones de conservación, es urgente contar con informaciones sobre el estado actual de este tipo de vegetación. Presentamos aquí la composición, estructura y diversidad de las especies leñosas en cuatro tipos de parcela: bosque espeso, bosque abierto, bosque de galería y barbecho abandonado. Todas las especies leñosas fueron sistemáticamente identificadas y medidas en una muestra de quince parcelas de 0,25 ha. Se calcularon densidades, dominancias, frecuencias y valores de importancia de género para caracterizar la composición específica. Se calcularon varias medidas para determinar la heterogeneidad de cada parcela. Se registraron un total de 89 especies representativas de 29 familias y 66 géneros, con un número decreciente en bosque espeso y abierto, en bosque de galería y en los barbechos. Las familias más abundantes son las fabáceas y combretáceas. La densidad de tallos de un diámetro  $\geq 5$  cm y el área basimétrica son más altas en los bosques de galería. La curva de distribución por clase de dimensión tiene una forma de J invertida, lo que indica un predominio de individuos jóvenes. Los índices de diversidad muestran una diversidad más alta en bosque espeso y una similitud generalmente baja entre parcelas. La distribución de la abundancia específica en cada parcela es logarítmica, indicador de un gran número de especies raras. Las especies de gran importancia para la conservación deben reintroducirse para mantener una población con un tamaño viable.

**Palabras clave:** biodiversidad, conservación, bosque seco, especie en peligro, zona forestal.

## RÉSUMÉ

**PLATONIA INSIGNIS MART. :  
RICHESSE DES FORÊTS SECONDAIRES  
DANS LE NORD-EST DU PARÁ  
AU BRÉSIL**

L'État du Pará en Amazonie brésilienne est un centre de dispersion d'une essence de grande utilité, *Platonia insignis* Mart. Clusiaceae, dont l'importance s'accroît sur les marchés et pour les scientifiques. Les utilisations de cette essence sont très diverses : son bois de grande qualité se prête à de nombreuses applications, les fruits sont comestibles et fort appréciés, et le latex s'utilise en pharmacopée. De plus, l'essence est intéressante pour le maintien de la biodiversité et sa croissance rapide la rend particulièrement apte à la revégétalisation. La pulpe des fruits, appelés "bacuri", est utilisée pour assaisonner les plats traditionnels. Au Pará et dans d'autres États brésiliens, les fruits sont traditionnellement cultivés et potentiellement exportables. Cependant, la production est issue pour la plupart des activités extractives menées par les populations autochtones. Cette essence se développe et se reproduit très facilement dans toute zone aménagée de façon appropriée, et peut donc aisément s'intégrer dans les systèmes de production agricole déjà bien maîtrisés par les paysans locaux. Dans ces conditions, il convient de mener une caractérisation globale de cette essence dans différents domaines botaniques et écologiques. Par la suite, les produits issus de cette essence doivent être étudiés en termes de potentiel commercial et de commercialisation. Ces études devront inclure les résultats sur les produits forestiers non ligneux (Pfnl) obtenus par les scientifiques durant huit ans d'études dans le nord-est du Pará.

**Mots-clés :** *Platonia insignis*, fécond, forêt secondaire, commercialisation, Pfnl, Brésil.

## ABSTRACT

**PLATONIA INSIGNIS MART. SPECIES  
RICHNESS IN SECONDARY FORESTS  
OF NORTH-EASTERN PARÁ, BRAZIL**

In the Brazilian Amazon, the state of Pará is the centre of dispersion of a useful species, *Platonia insignis* Mart. Clusiaceae, the importance of which is increasing in markets and for agriculturists. This species has a wide variety of uses, producing high quality wood with a variety of applications, a highly valued edible fruit, and latex used for medicinal purposes. Furthermore, it is valuable for the maintenance of biodiversity and is capable of rapid growth, thereby making it useful for revegetation. The pulp of the fruit, known as "bacuri", is used to flavour traditional foods. In Pará and other Amazonian states, the fruit has been cultivated traditionally and has export potential. Even so, most production results from extractive use by native populations. Given the ease with which this species can grow and reproduce in suitably managed areas, it can easily be incorporated into crop systems that are familiar to local farmers. In this context, an overall characterization of the species should be conducted from diverse botanical and ecological angles. Subsequently, the various products from this species should be considered in terms of market potential and commercialization. This should include the results obtained for this non-timber forest product (NTFP) by agriculturalists in the north-eastern region of the state of Pará during eight years of study.

**Keywords:** *Platonia insignis*, fruitful, secondary forest, commercialization, NTFP, Brazil.

## RESUMEN

**PLATONIA INSIGNIS MART.: RIQUEZA  
DE LOS BOSQUES SECUNDARIOS DEL  
NORDESTE DE PARÁ EN BRASIL**

El Estado de Pará, en la Amazonia brasileña, es un centro de dispersión de una especie de gran utilidad, *Platonia insignis* Mart. Clusiaceae (bacurí), cuya importancia va en aumento en los mercados y entre los científicos. Sus usos son muy diversos: la gran calidad de su madera hace que tenga muchas aplicaciones, los frutos son comestibles y muy apreciados, y el látex se utiliza en farmacopea. Además, esta especie es interesante para el mantenimiento de la biodiversidad y su rápido crecimiento hace que sea especialmente idónea para la revegetalización. La pulpa del bacurí se utiliza para aderezar los platos tradicionales. En Pará, como en otros estados brasileños, existe un cultivo tradicional de los frutos que son potencialmente exportables. Sin embargo, la mayor parte de su producción proviene de actividades extractivas de las poblaciones autóctonas. Esta especie se desarrolla y reproduce muy fácilmente en cualquier área convenientemente ordenada, esto hace que pueda incorporarse fácilmente a los sistemas de producción agrícola, bien dominados por los campesinos locales. Teniendo en cuenta esto, sería conveniente realizar una caracterización global de esta especie en distintos ámbitos botánicos y ecológicos. Posteriormente, habrá que evaluar el potencial comercial y de comercialización de los distintos productos de esta especie. Dichos estudios deberán incluir los resultados sobre los productos forestales no maderables (PFNM) obtenidos por los científicos durante ocho años de investigaciones en el nordeste del Pará.

**Palabras clave:** *Platonia insignis*, productivo, bosque secundario, comercialización, PFNM, Brasil.

## RÉSUMÉ

### VALORISER ET CONSERVER LES RESSOURCES FORESTIÈRES MÉDITERRANÉENNES : RÔLE POTENTIEL DES CHAMPIGNONS MYCORHIZIENS ASSOCIÉS À LA STRATE ARBUSTIVE PIONNIÈRE

Les régions du pourtour méditerranéen sont assujetties à de fortes pressions anthropiques qui se traduisent par une surexploitation des ressources naturelles et une régression significative des surfaces boisées. Ces altérations du couvert forestier aggravent les processus d'érosion des sols qui entraînent une dégradation des caractéristiques physiques, chimiques et biologiques des horizons superficiels. Parmi les différentes composantes microbiennes affectées par ces perturbations figurent les communautés de champignons mycorhiziens à arbuscules (Cma). Cet article présente les principaux résultats obtenus sur le statut symbiotique d'une essence typique des écosystèmes forestiers méditerranéens, *Cupressus atlantica*, et des techniques susceptibles d'optimiser le rôle des Cma dans les opérations de reboisement au Maroc. Les résultats montrent que la croissance de cette espèce est très dépendante de la présence des Cma. Plusieurs approches visant à valoriser les Cma pour améliorer la croissance du cyprès en conditions naturelles ont été comparées. La mycorrhization contrôlée de cette essence par un complexe de Cma a stimulé la croissance en hauteur des jeunes cyprès ainsi que leur résistance à la crise de transplantation. Parallèlement, plusieurs expériences ont montré que le potentiel infectieux mycorrhizogène des sols était significativement amélioré par la gestion d'espèces arbustives et que l'association cyprès-arbustes pouvait être très bénéfique au développement du jeune arbre. L'ensemble de ces résultats est discuté en fonction de leur intérêt dans les programmes de reboisement avec le cyprès, en termes de croissance de l'essence forestière mais aussi en termes de fonctionnement biologique du sol.

**Mots-clés :** *Cupressus*, symbiose mycorhizienne, mycorrhization contrôlée, diversité microbienne, écosystème méditerranéen.

## ABSTRACT

### USE AND CONSERVATION OF MEDITERRANEAN FOREST RESOURCES: THE POTENTIAL ROLE OF MYCORRHIZAL FUNGI IN ASSOCIATION WITH PIONEER SHRUB STOREYS

The regions around the Mediterranean are subject to severe human pressures that have resulted in overexploitation of natural resources and a significant decline in wooded areas. Diminishing woodland cover is worsening soil erosion processes, which in turn are degrading the physical, chemical and biological characteristics of the upper soil horizons. The microbial soil components affected by these disturbances include communities of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF). This article describes the main results obtained for the symbiotic status of a typical tree species in Mediterranean forest ecosystems, *Cupressus atlantica*, and the techniques that could optimise the role of AMFs in reforestation operations in Morocco. Our results show that growth in this species is highly dependent on the presence of AMFs. Several approaches aiming to use AMFs in order to improve cypress growth under natural conditions were compared. Controlled mycorrhization of cypresses using an AMF complex simulated the upward growth of young cypresses as well as their resistance to transplantation trauma. Several experiments conducted in parallel showed that the potential for soil infection by mycorrhizal fungi was significantly improved by managing shrubby species and that associating cypresses with shrubs could be highly beneficial to the development of the young trees. The article discusses the value of all of these results for reforestation programmes using cypress, in terms of their growth as a woodland species but also in terms of biological soil functions.

**Keywords:** *Cupressus*, mycorrhizal symbiosis, controlled mycorrhization, microbial diversity, Mediterranean ecosystem.

## RESUMEN

### VALORIZAR Y CONSERVAR LOS RECURSOS FORESTALES MEDITERRÁNEOS: PAPEL POTENCIAL DE LOS HONGOS MICORRÍZICOS ASOCIADOS AL ESTRATO ARBUSTIVO PIONERO

Las regiones de la cuenca mediterránea están sometidas a fuertes presiones antrópicas, que se reflejan en una sobreexplotación de los recursos naturales y un significativo retroceso de las superficies forestales. Estas alteraciones de la cubierta forestal agravan los procesos de erosión de los suelos, que provocan una degradación de las características físicas, químicas y biológicas de los horizontes superficiales. Entre los distintos componentes microbianos afectados por estas perturbaciones figuran las comunidades de hongos micorrízicos arbusculares (HMA). Este artículo presenta los principales resultados obtenidos sobre el carácter simbiótico de una especie típica de los ecosistemas forestales mediterráneos, *Cupressus atlantica*, y sobre las técnicas que podrían optimizar el papel de los HMA en las operaciones de reforestación en Marruecos. Los resultados muestran que el crecimiento de esta especie depende mucho de la presencia de HMA. Se compararon varios enfoques destinados a valorizar los HMA para mejorar el crecimiento del ciprés en condiciones naturales. La micorrización controlada de esta especie por un complejo de HMA estimuló el crecimiento en altura de los jóvenes cipreses y su resistencia al estrés del trasplante. Paralelamente, varios experimentos pusieron de manifiesto que el potencial infeccioso micorrizogéno de los suelos se veía mejorado significativamente mediante el manejo de especies arbustivas, y que la asociación cipreses-arbustos podía ser muy beneficiosa para el desarrollo del árbol joven. Se examina el conjunto de los resultados en función de su interés en los programas de reforestación con cipreses, tanto en lo que respecta al crecimiento de la especie forestal como al funcionamiento biológico del suelo.

**Palabras clave:** *Cupressus*, simbiosis micorrízica, micorrización controlada, diversidad microbiana, ecosistema mediterráneo.

Régis PELTIER,  
Clément NJITI FORKONG,  
Mama NTOUPKA, Raphaël MANLAY,  
Matieu HENRY, Vincent MORILLON

## RÉSUMÉ

### ÉVALUATION DU STOCK DE CARBONE ET DE LA PRODUCTIVITÉ EN BOIS D'UN PARC À KARITÉS DU NORD-CAMEROUN

Dans les zones soudaniennes du Nord-Cameroun, l'arrivée continue de migrants entraîne le défrichement de vastes étendues de savanes. La densification du parc arboré relictuel répondrait, à la fois, à des besoins agronomiques, économiques et environnementaux. Une méthode d'évaluation du carbone stocké dans la biomasse aérienne est proposée, pour un parc à karités, *Vitellaria paradoxa*, sur un terroir villageois. Il s'agit de mettre en place des projets agroforestiers éligibles au Mécanisme pour un développement propre (Mdp), à partir de 2012. De plus, une évaluation de la productivité en bois du parc à karités, géré par émondage, a été réalisée durant trois années, pour une trentaine d'arbres. Une série d'équations allométriques a été développée (sur six individus pour le karité et sur un seul arbre pour *Anogeissus leiocarpus* et *Combretum nigricans*), qui met en relation la biomasse aérienne en fonction du diamètre (du tronc à hauteur de poitrine ou de la base des branches) ou de la surface du houppier. Ainsi, les stocks de carbone par arbre, puis par parcelle ont pu être estimés. Face à la pression anthropique exercée sur ces parcs, il a été établi qu'une rotation de huit ans entre les émondages serait un bon compromis entre les divers intérêts. Ces travaux constituent une première approche qui devra être consolidée avec le recul du temps.

**Mots-clés :** *Vitellaria paradoxa*, Mécanisme pour un développement propre (Mdp), émondage, productivité en bois de feu, carbone, agroforesterie, zone soudanienne, Cameroun.

## ABSTRACT

### EVALUATION OF CARBON STOCKS AND FUELWOOD PRODUCTIVITY IN A SHEA TREE ZONE IN NORTHERN CAMEROON

In the sudanian zones of northern Cameroon, the steady influx of migrants is causing much land clearance in large swathes of savannah lands. Creating denser stands of relict tree populations would be of value at once for agronomic, economic and environmental reasons. A method for evaluating the carbon stored in aerial biomass is proposed here for a village area of shea trees (*Vitellaria paradoxa*). The aim is to introduce agroforestry projects that will be eligible for the Clean Development Mechanism (CDM) as from 2012. In addition, an evaluation of fuelwood productivity in the area, using pollarding methods, was conducted for about thirty trees over a three-year period. A series of allometric equations was developed (for six shea specimens and one specimen each of *Anogeissus leiocarpus* and *Combretum nigricans*), establishing a ratio between aerial biomass and the diameter of the trunk (at chest height or at the branch base) or the surface area of the crown. This provided an estimation of carbon stocks per tree, and then per plot. Given the human pressure exerted on the tree zone, it was established that an 8-year rotation between pollarding operations would offer a healthy trade-off between the various interests involved. These studies offer a preliminary approach that will need to be consolidated with hindsight.

**Keywords:** *Vitellaria paradoxa*, Clean Development Mechanism (CDM), pollarding, fuelwood productivity, carbon, agroforestry, sudanian zone, Cameroon.

## RESUMEN

### EVALUACIÓN DE LAS EXISTENCIAS DE CARBONO Y DE LA PRODUCTIVIDAD MADERERA DE UN PARQUE DE BUTIROSPERMOS DEL NORTE DE CAMERÚN

En las zonas sudanesas del Camerún Norte, la continua llegada de emigrantes conlleva el desbroce de amplias extensiones de sabana. La densificación de la sabana arbolada relictiva respondería, a la vez, a necesidades agronómicas, económicas y medioambientales. Se propone un método de evaluación del carbono almacenado en la biomasa aérea de un parque de butirospermos, *Vitellaria paradoxa*, dentro de un área municipal. Se trata de establecer proyectos agroforestales elegibles dentro del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), a partir de 2012. Además, se realizó una evaluación de la productividad maderera del parque de butirospermos, manejado con desrame, durante tres años y en unos treinta árboles. Se desarrolló una serie de ecuaciones alométricas (en seis individuos de butirospermo y en un solo árbol de *Anogeissus leiocarpus* y de *Combretum nigricans*), que relacionan la biomasa aérea en función del diámetro (del tronco a la altura de pecho o en la base de las ramas) o de la superficie de la copa. De esta forma se pudieron estimar las existencias de carbono por árbol y, seguidamente, por parcela. Se estableció que, frente a la presión antrópica que sufren estos parques, una rotación de ocho años entre las podas de desrame supondría un buen compromiso entre los distintos intereses. Estos trabajos constituyen un primer enfoque que deberá consolidarse con el tiempo.

**Palabras clave:** *Vitellaria paradoxa*, Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), desrame, productividad de leña, carbono, agroforestería, zona sudanesa, Camerún.

## RÉSUMÉ

### VALORISATION DU BOIS DE PIN D'ALEP PAR DÉROULAGE : OPTIMISATION DE SON ÉTUVAGE

L'Algérie connaît un dynamisme démographique qui conduit à un plan de construction de logements très ambitieux. Le bois de construction est majoritairement importé d'Europe, alors que, parmi les ressources locales, les huit cent mille hectares de pin d'Alep algérien peuvent offrir une substitution partielle des matériaux bois importés. Des produits d'ingénierie bois d'intérêt pour la filière construction algérienne, le contreplaqué et le Lvl seraient potentiellement en bonne place. Ces deux produits sont issus du déroulage et, dans le cadre d'un projet Tassili qui vise la caractérisation et la valorisation du bois de pin d'Alep algérien, des essais exploratoires ont été menés pour déterminer les paramètres *ad hoc* pour cette essence. Ce premier article traite de la préparation hygrothermique préalable du bois avant déroulage en prenant en compte quatre familles d'indicateurs pour déterminer une température d'étuvage qui soit un bon compromis. Ces indicateurs concernent : la propagation des fentes de recouvrance à cœur ; le désenrésinement du bois lors de l'étuvage ; la répartition d'eau dans le bois, facteur déterminant pour une prédiction de la durée d'étuvage ; l'évolution des efforts de déroulage en fonction de la température du bois. Une température de traitement de 50 °C apparaît être un bon compromis, à l'instar de celui utilisé dans le cas du pin maritime.

**Mots-clés :** pin d'Alep, déroulage, étuvage, fente de recouvrance, humidité, extractible, Algérie.

## ABSTRACT

### OPTIMISATION OF STEAMING PRIOR TO ROTARY PEELING OF ALEPPO PINE

Algeria's dynamic population growth has led to a highly ambitious plan for new housing. Construction timber is mainly imported from Europe, despite the fact that, amongst local resources, Algeria's eight hundred thousand hectares of Aleppo Pine could offer a partial alternative to imported timber. Amongst the engineered timber products of interest to Algeria's construction industry, plywood and LVL are potentially well placed in this respect. Both are produced by rotary peeling and, in the context of a Tassili project aiming to characterise and make use of Algeria's Aleppo pine resources, exploratory tests have been conducted to determine *ad hoc* rotary peeling parameters for the species. This initial article describes the steaming and drying required to prepare timber for rotary peeling, in the light of four indicator families, in order to determine the steaming temperature that will offer the best compromise. These indicators concern: the propagation of shakes to the heartwood; desination of the wood during steaming; moisture distribution in the timber, which is a determining factor in predicting the duration of steaming; and changes in rotary peeling effort according to the temperature of the wood. A processing temperature of 50 °C, similar to that used for maritime pine, appears to offer a good compromise.

**Keywords:** Aleppo pine, rotary cutting, steaming, shakes, humidity, extractible, Algeria.

## RESUMEN

### VALORIZACIÓN DE LA MADERA DE PINO CARRASCO POR DESENLORO: OPTIMIZACIÓN DEL ESTUFADO

Argelia experimenta un incremento demográfico que ha conducido a un plan de construcción de viviendas muy ambicioso. La madera de construcción se importa mayoritariamente de Europa mientras que, dentro de los recursos locales, las ochocientas mil hectáreas de pino carrasco argelino pueden sustituir parcialmente a los materiales de madera importados. Dentro de los productos de ingeniería de la madera interesantes para el sector de la construcción argelino, el contrachapado y la madera microlaminada ocuparían potencialmente un buen lugar. Estos dos productos proceden del desenrollo y, en el marco de un proyecto Tassili cuyo objetivo es la caracterización y valorización de la madera de pino carrasco argelino, se efectuaron algunos ensayos exploratorios para determinar los mejores parámetros para desenrollar esta especie. Este primer artículo trata de la preparación higrotérmica previa de la madera antes del desenrollo, tomando en cuenta cuatro familias de indicadores para determinar una temperatura de estufado que suponga un buen compromiso. Estos indicadores conciernen: la propagación de rasgaduras medulares; la eliminación de la resina en el estufado; la distribución de agua en la madera, factor determinante para estimar la duración del estufado; la evolución de los esfuerzos de desenrollo en función de la temperatura de la madera. Una temperatura de tratamiento de 50 °C, al igual que para el pino marítimo, parece constituir un buen compromiso.

**Palabras clave:** pino carrasco, desenrollo, estufado, rasgadura medular, humedad, extraíble, Argelia.

Marie-Laurence HAVARD,  
Éric DEFREMONT, Alba ZAREMSKI,  
Christian SALES

## RÉSUMÉ

### DÉTERMINER L'ORIGINE DES BOIS TROPICAUX EN UTILISANT DES ISOTOPES DU STRONTIUM

Dans le secteur sensible du commerce du bois caractérisé par la méfiance des consommateurs, la traçabilité de l'origine apparaît comme une réponse au besoin de transparence exprimé par les clients. La présente étude vise à mettre au point une technique fiable destinée à contrôler l'origine géographique du bois. À cet effet, trois essences tropicales issues de huit pays ont été testées en utilisant les isotopes du strontium (Sr) comme traceurs naturels : le limba (*Terminalia superba*), le limbali (*Gilbertiodendron dewevrei* et *G. preussii*) et le teck (*Tectona grandis*). Deux domaines (ensemble de données) de signatures isotopiques en Sr se différencient : le premier regroupe la Malaisie (teck), la Birmanie (teck), le Bénin (limba), le Cameroun (limba) et la Côte d'Ivoire (limba) et le second domaine inclut la République centrafricaine (limba), le Togo (teck), le Congo (limba) et la Côte d'Ivoire (teck). Les résultats montrent une corrélation entre les teneurs en Sr et l'origine géographique du teck. Nous suggérons que les différences des signatures isotopiques de trois espèces d'essences dans une même région géographique seraient le reflet d'une hétérogénéité géologique au sein d'un pays et non pas au sein de l'espèce de l'essence. Les isotopes du strontium peuvent être utilisés comme traceurs pour garantir la bonne provenance du bois dans le cadre de l'éco-certification de forêt en gestion durable. De plus, ils serviront à contrôler l'itinéraire d'un produit bois de la forêt jusqu'au consommateur.

**Mots-clés :** bois tropical, teck, limba, limbali, isotope du strontium, traçabilité.

## ABSTRACT

### USING STRONTIUM ISOTOPES TO DETERMINE THE PROVENANCE OF TROPICAL TIMBER

In the sensitive area of the timber market, where consumer suspicion is a characteristic, provenance traceability may be one way of responding to consumer concerns for transparency. This study aims to develop a reliable technique capable of verifying the geographic origin of timber. Three tropical tree species from eight countries were tested with strontium isotopes (Sr) as natural tracers: limba (*Terminalia superba*), limbali (*Gilbertiodendron dewevrei* and *G. preussii*) and teak (*Tectona grandis*). Two fields (all data) of Sr isotope signatures were distinguished: the first covers Malaysia (teak), Burma (teak), Benin (limba), Cameroon (limba) and Côte d'Ivoire (limba), while the second includes the Central African Republic (limba), Togo (teak), Congo (limba) and Côte d'Ivoire (teak). Our results show a correlation between Sr concentrations and the geographical origin of teak. We suggest that the differences between the isotope signatures for three species in the same geographical region reflect geological heterogeneity within a country rather than within the species. Strontium isotopes can be used as tracers to guarantee sound provenance for eco-certification of sustainable management. They could also be used to verify the itinerary of forest timber products from producer to consumer.

**Keywords:** tropical timber, teak, limba, limbali, strontium isotope, traceability.

## RESUMEN

### DETERMINAR EL ORIGEN DE LAS MADERAS TROPICALES UTILIZANDO ISÓTOPOS DE ESTRONCIO

En un sector sensible como el del comercio de madera, caracterizado por la desconfianza de los consumidores, la rastreabilidad del origen surge como una respuesta a la necesidad de transparencia manifestada por los clientes. El presente estudio busca poner a punto una técnica fiable destinada a controlar el origen geográfico de la madera. Para lograrlo, se probaron tres especies tropicales procedentes de ocho países, utilizando los isótopos de estroncio (Sr) como rastreadores naturales: el limba (*Terminalia superba*), el limbali (*Gilbertiodendron dewevrei* y *G. preussii*) y la teca (*Tectona grandis*). Se diferencian dos ámbitos (conjunto de datos) de firmas isotópicas de Sr: el primero agrupa a Malasia (teca), Birmania (teca), Benín (limba), Camerún (limba) y Costa de Marfil, y el segundo ámbito incluye a la República Centroafricana (limba), Togo (teca), Congo (limba) y la Costa de Marfil (teca). Los resultados evidencian una correlación entre los contenidos de Sr y el origen geográfico de la teca. Sugerimos que las diferencias de las firmas isotópicas de tres especies arbóreas en una misma región geográfica serían el reflejo de una heterogeneidad geológica en un país y no dentro de la especie del árbol. Los isótopos del estroncio pueden utilizarse como rastreadores para garantizar el correcto origen de la madera en el marco de la ecocertificación de un bosque bajo manejo sostenible. Además, servirán para controlar el itinerario de un producto maderero desde el bosque hasta el consumidor.

**Palabras clave:** madera tropical, teca, limba, limbali, isótopo de estroncio, rastreabilidad.

## RÉSUMÉ

### FILIÈRE BOIS D'ÉNERGIE BURKINABÉ : STRUCTURATION DES PRIX ET ANALYSE DE LA RÉPARTITION DES BÉNÉFICES

L'article met à profit les données issues d'enquêtes menées auprès de 355 producteurs de bois d'énergie de vingt-quatre villages riverains de huit forêts aménagées du Burkina Faso et de 98 intermédiaires commerciaux de la ville de Ouagadougou. C'est l'approche filière qui a été utilisée pour construire la structure des prix du bois d'énergie et analyser la répartition des bénéfices tirés de l'exploitation et de la commercialisation de cette source d'énergie entre les différents intervenants. Les résultats d'analyse font ressortir que les bûcherons bénéficient moins des revenus découlant de cette activité que les intermédiaires commerciaux dont l'intervention dans la filière requiert des investissements initiaux plus importants. Cette étude soulève le problème de tarification d'une ressource naturelle qui fait appel à l'internalisation des coûts sociaux, difficilement évaluable.

**Mots-clés :** bois d'énergie, structuration des prix, répartition des bénéfices, Burkina Faso.

## ABSTRACT

### THE FUELWOOD SECTOR IN BURKINA FASO: PRICE STRUCTURE AND ANALYSIS OF PROFIT DISTRIBUTION

The article draws on data from surveys conducted among 355 fuelwood producers in twenty-four villages adjacent to eight managed forests in Burkina Faso, and 98 fuelwood dealers in Ouagadougou. We used the sector-based approach to reconstruct the price structure and analyse the distribution of profits from woodcutting and fuelwood marketing amongst the different parties involved. The results of our analysis show that woodcutters derive fewer profits from these activities than dealers, whose role requires larger initial investments. Our study raises the issue of setting a price on a natural resource, which requires the internalisation of social costs that are not easy to evaluate.

**Keywords:** fuelwood, price structure, profit distribution, Burkina Faso.

## RESUMEN

### SECTOR DENDROENERGÉTICO BURKINÉS: ESTRUCTURACIÓN DE LOS PRECIOS Y ANÁLISIS DEL REPARTO DE BENEFICIOS

El artículo explota los datos resultantes de encuestas realizadas a 355 productores de energía forestal de veinticuatro pueblos colindantes con bosques manejados de Burkina Faso y de 98 intermediarios comerciales de la ciudad de Uagadugú. Se empleó un enfoque de cadena de valor para elaborar la estructura de los precios de la energía forestal y analizar la distribución de los beneficios obtenidos con la explotación y comercialización de esta fuente de energía entre los distintos operadores. De los resultados del análisis se desprende que los leñadores se benefician menos de las rentas derivadas de esta actividad que los intermediarios comerciales, cuya intervención en el sector requiere inversiones iniciales más importantes. Este estudio plantea el problema de tarificación de un recurso natural que recurre a la internalización de costos sociales difícilmente evaluables.

**Palabras clave:** dendroenergía, estructuración de precios, reparto de beneficios, Burkina Faso.