

Yves NOUVELLET,  
Amadou KASSAMBARA,  
François BESSE

## RÉSUMÉ

### LE PARC À KARITÉS AU MALI : INVENTAIRE, VOLUME, HOUPPIER ET PRODUCTION FRUITIÈRE

Les parcs à karité, *Vitellaria paradoxa*, couvrent plus de 20 millions d'hectares au Mali. Le karité prédomine sur plus de 900 000 ha de terres consacrées aux cultures pluviales annuelles. Les branches élaguées ainsi que les arbres exploités, malgré l'interdiction légale d'exploitation, sont un apport très important de bois d'énergie pour les villages et les grandes villes du pays. L'article propose des outils pour estimer les volumes de bois d'énergie et du houppier et la production fruitière. La zone étudiée se situe dans la zone soudano-sahélienne, où la pluviosité annuelle est comprise entre 600 et 1 400 mm. La densité des karités de plus de 20 cm de circonférence à la base dans les sites étudiés (Badougou, Massala, M'Péresso et Ténéfina) oscille entre 8 et 22 arbres à l'hectare dans les parcs arborés et entre 4 et 50 arbres dans les jachères. Les tarifs de cubage et équations qui donnent le volume total du bois et le volume du houppier en fonction de la circonférence à 1,30 m s'avèrent satisfaisants, il en est de même pour le volume total de bois en fonction de la projection au sol du houppier. Un arbre moyen produit 111 kg de fruits mûrs, dont 51 kg de noix. Ces résultats complètent les études publiées sur les jachères et seront utiles pour la révision des schémas directeurs d'approvisionnement en bois d'énergie des principales villes du Mali ainsi que pour le suivi environnemental et les études de séquestration du carbone de la zone soudano-sahélienne.

**Mots-clés :** parc, jachère, *Vitellaria paradoxa*, karité, tarif de cubage, masse volumique du feuillage, bois d'énergie, fruit, suivi environnemen-  
tal, Mali.

## ABSTRACT

### SHEA TREE ORCHARDS IN MALI: INVENTORY, VOLUME, CROWN AND FRUIT PRODUCTION

Mali's shea tree orchards, *Vitellaria paradoxa*, cover more than 20 million hectares. Shea trees are a dominant feature across more than 900 000 ha of rain-fed annual crops. Cutting branches or felling trees, despite a legal ban, are an important source of fuelwood for the country's villages and large towns. This article describes tools that could be used to estimate the volume of shea tree crowns and their potential fuelwood and fruit production. The study area is in the Sahelian zone in Mali where annual rainfall varies from 600 to 1 400 mm. In the study sites (Badougou, Massala, M'Peresso and Ténéfina), the density of shea trees larger than 20 cm in circumference at the base varies from 8 to 22 trees per hectare in tree savannah, and from 4 to 50 trees in fallow lands. The tree volume tables and equations used to obtain the total volume of wood and the volume of the crown, based on circumference at a height of 1.30 m, have proved satisfactory. The same is true for calculations of the total volume of wood based on the projection of the crown on the ground. An average tree produces 111 kg of mature fruit, including 51 kg of shea nuts. These results are additional to published studies on fallow lands and will provide useful input for revising the fuelwood supply masterplans for Mali's major towns as well as for environmental monitoring and studies on carbon sequestration in Mali's Sahelian zone.

**Keywords:** orchard, fallow, *Vitellaria paradoxa*, shea, tree volume table, mass density of foliage, fuelwood, fruit, environmental monitoring, Mali.

## RESUMEN

### PARQUES DE BUTIROSPERMOS EN MALÍ: INVENTARIO, VOLUMEN, COPA Y PRODUCCIÓN FRUTAL

Los parques de butirospermos, *Vitellaria paradoxa*, cubren más de 20 millones de hectáreas en Malí. El árbol de la manteca predomina en más de 900 000 ha de tierras dedicadas a cultivos anuales de secano. Las ramas podadas y los árboles explotados, a pesar de la prohibición legal de explotación, representan un aporte muy importante de leña para los pueblos y las grandes ciudades del país. El artículo presenta instrumentos para evaluar los volúmenes de leña y de la copa y la producción frutal. La zona estudiada se sitúa en la zona sudano-saheliana, en donde la pluviosidad anual oscila entre 600 y 1 400 mm. La densidad de los butirospermos de más de 20 cm de diámetro basal en las zonas estudiadas (Badougou, Massala, M' Péresso y Ténéfina) varía entre 8 y 22 árboles/ha en los parques arbolados y entre 4 y 50 árboles en los barbechos. Las tablas de cubicación y las ecuaciones que facilitan el volumen total de madera y el volumen de la copa en función del diámetro a 1,30 m de altura resultan satisfactorias, lo mismo ocurre con el volumen total de madera en función de la proyección en el suelo de la copa. Un árbol medio produce 111 kg de fruta madura, con 51 kg de nueces. Estos resultados completan los estudios publicados sobre los barbechos y serán útiles para la revisión de los planes directores de suministro de leña de las principales ciudades de Malí, así como para el seguimiento ambiental y los estudios de secuestro del carbono de la zona sudano-saheliana.

**Palabras clave:** parque, barbecho, *Vitellaria paradoxa*, butirospermo, tabla de cubicación, densidad volumétrica del follaje, leña, fruta, seguimiento ambiental, Malí.

## RÉSUMÉ

### TECHNIQUE DE PRODUCTION MARAÎCHÈRE DE FEUILLES DE BAOBAB : POTENTIEL D'ADOPTION

Le baobab (*Adansonia digitata*) revêt une grande importance pour les paysans maliens. Ses feuilles, riches en vitamine A, entrent dans la confection de sauces qui font partie de leur menu quotidien. Afin de réduire la pression que subit cet arbre en raison d'une cueillette intensive, des chercheurs de l'Icraf et de l'Ier ont conçu une technique de culture du baobab en planche maraîchère. Bien que cette technique soit relativement récente, une étude de son potentiel d'adoption a été réalisée dans le Cercle de Ségou, au Mali, où elle a déjà fait l'objet d'activités de diffusion. Les résultats indiquent que la technique est à la portée des paysans sur le plan de sa faisabilité, malgré l'existence d'un certain nombre de contraintes. Celles-ci ont trait notamment à la disponibilité de la main-d'œuvre, de la terre et de l'eau, de même qu'au faible taux de germination des semences et à son étalement dans le temps. Par ailleurs, le caractère sacré de l'arbre et les nombreux interdits qui lui sont liés semblent ne pas nuire à l'acceptabilité de la technique. En revanche, le fait que la planche maraîchère de baobab permette à certains hommes d'investir le domaine féminin du maraîchage pourrait être source de conflits. L'incertitude qui subsiste sur sa rentabilité constitue également une importante contrainte à son adoption. Diverses modifications apportées à la technique par les paysans et certaines innovations ouvrent peut-être la voie à d'autres méthodes pour réaliser les objectifs qui lui sont dévolus.

**Mots-clés :** acceptabilité, *Adansonia digitata*, adoption, baobab, faisabilité, maraîchage.

## ABSTRACT

### A TECHNIQUE FOR MARKET GARDEN PRODUCTION OF BAOBAB LEAVES: UPTAKE POTENTIAL

The baobab (*Adansonia digitata*) is a tree species of major importance for Malian peasant farmers. Its leaves are rich in vitamin A and used as an ingredient in sauces for family meals. To help reduce the pressure on the trees caused by intensive use of their leaves, research teams from the ICRAF and IER have developed a technique for growing baobabs as a market garden crop. Although the technique is relatively recent, a study of its uptake potential was carried out in the Segou district in Mali, where dissemination activities have already started. Results indicate that despite some constraints, the technique is accessible to peasant farmers in terms of feasibility. Constraints include the availability of sufficient manpower, land and water, and the low rate of seed germination, which is also very slow. However, the fact that baobabs are sacred and associated with various taboos does not seem to affect the technique's acceptability. On the other hand, the fact that growing baobabs is likely to bring men into the mainly feminine area of market gardening may become a cause of conflict. Uncertainties over the profitability of the technique may also be a major constraint. Several modifications to the technique developed by the farmers themselves as well as a number of innovations may open up perspectives for different methods to achieve the objectives set out.

**Keywords:** acceptability, *Adansonia digitata*, adoption, baobab, feasibility, market gardening.

## RESUMEN

### TÉCNICA DE PRODUCCIÓN HORTÍCOLA DE HOJAS DE BAOBAB: POTENCIAL DE ADOPCIÓN

El baobab (*Adansonia digitata*) tiene una gran importancia para los campesinos de Malí. Sus hojas, ricas en vitamina A, se emplean en la elaboración de salsas que forman parte de su alimentación cotidiana. Con el fin de reducir la presión que sufre este árbol debido a una recolección intensiva, unos investigadores del ICRAF y del IER idearon una técnica de cultivo del baobab en cama hortícola. Aunque esta técnica sea relativamente reciente, se realizó un estudio de su potencial de adopción en el Cercle de Ségou, en Malí, donde ya fue objeto de actividades de difusión. Los resultados indican que la técnica está al alcance de los campesinos en cuanto a su viabilidad, a pesar de la existencia de una serie de dificultades: especialmente la disponibilidad de mano de obra, tierra y agua, así como el bajo porcentaje de germinación de las semillas y su escalonamiento temporal. Por otra parte, el carácter sagrado del árbol y los numerosos tabúes que lo rodean no parece que perjudiquen la aceptabilidad de la técnica. En cambio, el hecho de que la cama hortícola de baobab permita que algunos hombres entren en el ámbito femenino del cultivo hortícola podría provocar conflictos. La incertidumbre que aún existe sobre su rentabilidad constituye también una importante obstáculo para su adopción. La introducción de algunas modificaciones a esta técnica por parte de los campesinos y de ciertas innovaciones quizás permita abrir el camino a otros métodos para lograr los objetivos buscados.

**Palabras clave:** aceptabilidad, *Adansonia digitata*, adopción, baobab, viabilidad, horticultura comercial.

## RÉSUMÉ

VALORISATION DES FEUILLES  
D'ARGANIER : IMPACT  
ENVIRONNEMENTAL

L'arganier, *Argania spinosa* (L.) Skeels, est une espèce end mique et menac e du Sud-Ouest marocain. Les peuplements couvrent environ 830 000 hectares dans une zone aride et soumise à une forte pression anthropique. La valorisation des produits encourage les usagers de l'arganaie   préserver celle-ci et contribue au développement socio-économique de la région. L'utilisation des feuilles en cosmétique constitue une valorisation supplémentaire. Cet article présente une étude de faisabilité de valorisation cosmétique des feuilles, sans préjudice pour l'environnement, et le dispositif expérimental mis en place pour suivre l'impact de la récolte. Actuellement, l'approvisionnement optimal pour l'environnement est d'utiliser les feuilles qui sont les coproduits du balivage des taillis d'arganiers. Cette méthode permet de lancer une double action avec, d'une part, le balivage qui améliore le peuplement et, d'autre part, une récolte plus aisée des feuilles vertes. Les deux autres modes de récolte, feuilles vertes sur arganiers sur pied et ramassage des feuilles jaunissantes, constituent un complément. La réaction de l'arbre à la récolte des feuilles vertes est suivie par la mesure de la croissance des rameaux de l'année, de leur floraison et de leur fructification. Les coopératives féminines d'extraction d'huile d'argan, impliquées dans le projet de valorisation des feuilles, représentent des usagères organisées de l'arganaie. Celles-ci sont, donc, porteuses d'actions pour sa préservation. Des projets ont ainsi été élaborés et lancés, telles la création de pépinières et la reconstitution de peuplements.

**Mots-clés :** arganier, étude d'impact, valorisation cosmétique, feuille, dispositif exp rimental, Maroc.

## ABSTRACT

ENVIRONMENTAL IMPACT  
OF ARGAN LEAF PRODUCTION

The argan tree, *Argania spinosa* (L.) Skeels, is a threatened species which is endemic to southwest Morocco. Stands cover around 830 000 hectares of an arid area affected by intense human pressure. Efforts to develop production are encouraging users of the resource to preserve it and are thus contributing to socio-economic development in the region. The use of argan leaves in cosmetics is an additional possibility. This article describes a feasibility study on a method for using argan leaves in cosmetics without harming the environment, as well as the experimental protocol applied to monitor the impact of the leaf harvest. At present, the optimal solution in terms of the environment is to use leaves produced when marking standards in argan coppices. With this method, two management activities can take place at once: standards marking to improve the stand overall, and easy harvesting of green leaves. The two other harvesting methods (picking green leaves from standing trees and collecting fallen, yellowing leaves) can be used in addition. Tree responses to the harvesting of green leaves are monitored by measuring growth, blossom and fruiting in the year's small branches. The argan oil extraction cooperatives involved in the project, which are run by women, represent organised users of the resource, who are therefore in a position to help preserve it. Several projects have been developed and launched, including establishment of a nursery and reconstitution of argan stands.

**Keywords:** argan, impact study, use in cosmetics, leaf, experimental protocol, Morocco.

## RESUMEN

VALORIZACIÓN DE LAS HOJAS DE  
ARG N: IMPACTO AMBIENTAL

El arg n, *Argania spinosa* (L.) Skeels, es una especie endémica del sudoeste marroquí que está amenazada. Las masas cubren un área de unas 830 000 hectáreas, en una zona árida y sometida a una fuerte presión antrópica. La valorización de los productos incita a los usuarios del arg n a conservar los recursos y contribuye al desarrollo socioeconómico de la région. La utilización de las hojas del arg n en cosmética supone una valorización adicional. Este artículo presenta un estudio de viabilidad del aprovechamiento cosmético de las hojas, sin perjuicio medioambiental, y el diseño experimental establecido para evaluar el impacto de la cosecha. Actualmente, el mejor medio de abastecimiento para preservar el medio ambiente es utilizar las hojas que son un coproducto del resalveo del monte bajo de arg n. Este método permite impulsar una doble acción: por una parte, el resalveo que mejora el rodal y, por otra, una recolección más fácil de las hojas verdes. Los dos otros modos de cosecha, hojas verdes de arganes en pie y recogida de las hojas que amarillean, constituyen un complemento. La reacción del árbol a la cosecha de las hojas verdes se sigue mediante la medida del crecimiento de las ramas del año, su floración y su fructificación. Las cooperativas femeninas de extracción de aceite de arg n, implicadas en el proyecto de valorización de las hojas, efectúan un aprovechamiento organizado del arg n y son, por lo tanto, vectores de acciones para su conservación. De este modo, se pudieron elaborar y lanzar algunos proyectos como la creación de viveros y la reconstitución de rodales.

**Palabras clave:** arg n, estudio de impacto, valorización cosmética, hoja, diseño experimental, Marruecos.

Nestor SOKPON,  
Samadori Honoré BIAOU,  
Christine OUINSAVI,  
Ousman HUNHYET

## RÉSUMÉ

### BASES TECHNIQUES POUR UNE GESTION DURABLE DES FORÊTS CLAIRES DU NORD-BÉNIN : ROTATION, DIAMÈTRE MINIMAL D'EXPLOITABILITÉ ET RÉGÉNÉRATION

Les bases techniques pour une gestion durable des forêts claires du Nord-Bénin ont été étudiées en déterminant les caractéristiques structurales des peuplements, le diamètre minimal d'exploitabilité et la rotation des principales essences commercialisables. Quatre types de forêts claires ont été identifiés, respectivement à *Isobertinia doka*, à *Daniellia oliveri*, à *Anogeissus leiocarpus* et à *Pterocarpus erinaceus*. Les caractéristiques structurales de ces forêts montrent que la richesse spécifique des ligneux varie de 15 à 106 espèces. La densité des arbres (pour un diamètre à hauteur de poitrine, dbh  $\geq$  10 cm) varie de 186 à 523 tiges/ha et la surface terrière de 7,6 à 36,4 m<sup>2</sup>/ha. Les conditions stationnelles expliqueraient mieux la variabilité observée des caractéristiques structurales des types de forêts claires étudiés. Les diamètres minimaux de coupe des essences varient de 35 à 75 cm. La rotation pour les principales essences exploitées oscille entre 15 et 30 ans. La densité de la régénération et la probabilité de reconstitution des peuplements sont généralement faibles. L'aménagement durable des forêts claires du Bénin requiert, donc, l'enrichissement des peuplements ainsi que la mise en œuvre de mesures restrictives concernant l'exploitation de certaines espèces telles que *Pterocarpus erinaceus*, *Pseudocedrela kotschyi*, *Daniellia oliveri* et *Diospyros mespiliformis*.

**Mots-clés :** gestion durable, forêt claire, diamètre minimal d'exploitabilité, rotation, régénération, Bénin.

## ABSTRACT

### TECHNICAL FOUNDATIONS FOR SUSTAINABLE MANAGEMENT OF OPEN FORESTS IN NORTHERN BENIN: ROTATION, MINIMUM FELLING DIAMETER AND REGENERATION

The technical foundations for sustainable management of open woodland forests in northern Benin were investigated by determining the structural characteristics of forest stands, the minimum felling diameter and rotations of the main commercial species. Four types of open forest were identified: *Isobertinia doka*, *Daniellia oliveri*, *Anogeissus leiocarpus* and *Pterocarpus erinaceus*. The structural characteristics of these forests show that species richness among woody plants varies from 15 to 106 species. Tree density (dbh  $\geq$  10 cm) varies from 186 to 523 stems/ha, and basal area from 7.6 to 36.4 m<sup>2</sup>/ha. Station conditions appear to be largely responsible for the variability observed in the structural characteristics of the different types of open forest studied. Minimum felling diameters among species ranged from 35 to 75 cm. Rotations for the main commercial species ranged from 15 to 30 years. Regeneration density and the probability of stand reconstitution are generally low. Sustainable development in Benin's open forests thus requires enrichment planting and measures to restrict felling of certain species, such as *Pterocarpus erinaceus*, *Pseudocedrela kotschyi*, *Daniellia oliveri* and *Diospyros mespiliformis*.

**Keywords:** sustainable management, open forest, minimum felling diameter, rotation, regeneration, Benin.

## RESUMEN

### BASES TÉCNICAS PARA UN MANEJO SOSTENIBLE DE LOS BOSQUES ABIERTOS DEL NORTE DE BENÍN: ROTACIÓN, DIÁMETRO MÍNIMO DE CORTABILIDAD Y REGENERACIÓN

Se estudiaron las bases técnicas para un manejo sostenible de los bosques abiertos del norte de Benín mediante la determinación de las características estructurales de las masas, del diámetro mínimo de cortabilidad y de la rotación de las principales especies comercializables. Se identificaron cuatro tipos de bosques abiertos: bosque de *Isobertinia doka*, de *Daniellia oliveri*, de *Anogeissus leiocarpus* y de *Pterocarpus erinaceus*. Las características estructurales de estos bosques muestran que la riqueza específica varía de 15 a 106 especies leñosas. La densidad de los árboles (dbh  $\geq$  10 cm) oscila, por su parte, entre 186 a 523 tallos/ha y el área basimétrica de 7,6 a 36,4 m<sup>2</sup>/ha. Las condiciones de la estación explicarían mejor la variabilidad observada en las características estructurales de los distintos tipos de bosques abiertos estudiados. Los diámetros mínimos de corte de las especies varían de 35 a 75 cm. La rotación en el aprovechamiento de las principales especies varía de 15 a 30 años. La densidad de la regeneración y la probabilidad de reconstitución de los rodales suelen ser bajas. La ordenación sostenible de los bosques abiertos de Benín necesita, por tanto, que se enriquezcan los rodales y que se apliquen medidas restrictivas para el aprovechamiento de algunas especies como *Pterocarpus erinaceus*, *Pseudocedrela kotschyi*, *Daniellia oliveri* y *Diospyros mespiliformis*.

**Palabras clave:** manejo sostenible, bosque abierto, diámetro mínimo de cortabilidad, rotación, regeneración, Benín.

## RÉSUMÉ

### MÉTHODE D'INVENTAIRE FAUNIQUE POUR LE ZONAGE DES CONCESSIONS EN FORÊT TROPICALE

Depuis l'instauration de lois nationales et l'émergence de la certification exigeant l'aménagement durable des forêts d'Afrique centrale, la mise en place d'un plan de gestion de la faune par les sociétés forestières devient une nécessité. Par conséquent, des inventaires fauniques sont indispensables afin d'estimer l'abondance et la répartition de la faune. Ces estimations doivent permettre de délimiter les zones très intéressantes d'un point de vue faunique. Malheureusement, force est de constater que ces études faunistiques sont souvent inefficaces en raison des faibles moyens mis en œuvre par les sociétés forestières et du manque de précision consécutif. Il est, donc, indispensable de mettre en place une méthodologie d'inventaire de faune qui soit pragmatique, peu coûteuse, adaptée au contexte des sociétés forestières et qui garantisse une estimation suffisamment précise de la répartition de la faune. De nombreux auteurs ont développé et étudié l'efficacité de la méthode baptisée « *Distance sampling* », qui estime les densités animales absolues, à partir d'un échantillonnage par layon linéaire. Néanmoins, les inventaires fauniques réalisés dans les concessions forestières sont principalement destinés à localiser les zones intéressantes dans la perspective de la mise en place du secteur de conservation. L'estimation d'une densité absolue n'est donc nullement indispensable et ne se justifie pas, vu les nombreuses difficultés, imprécisions et coûts supplémentaires qui sont liés à cette méthode. Afin d'accumuler un maximum de données en un minimum d'effort, il serait, en effet, plus pertinent de s'appuyer sur l'ensemble des indices de présence animale recensés sur les layons d'inventaire d'aménagement, sans les convertir en densités animales absolues.

**Mots-clés :** aménagement forestier, inventaire faunique, gestion de la faune, secteur de conservation, Afrique centrale.

## ABSTRACT

### A FAUNA INVENTORY METHOD TO SUPPORT ZONING PLANS FOR TROPICAL LOGGING CONCESSIONS

Since the introduction of national forest legislation and certification procedures requiring sustainable management of Central Africa's forests, it has become essential for logging companies to implement fauna management plans. These require inventories to assess the abundance and distribution of fauna, which should allow zones of particular interest for their fauna to be determined. Unfortunately, it has become only too clear that these fauna surveys are often ineffective because of the inadequate means implemented by the logging companies and the resulting lack of precision. It is therefore essential to introduce a methodology for fauna inventories that is at once practical, inexpensive, suited to the logging company context and capable of producing a sufficiently accurate estimation of fauna distribution. Many authors have discussed and studied the effectiveness of the method known as *Distance sampling*, which estimates absolute animal densities by means of line sampling. However, the purpose of fauna inventories in logging concessions is mainly to locate zones of interest with a view to setting up a conservation sector. Therefore, estimations of absolute density are by no means essential, and neither are they warranted, given the difficulties, lack of precision and additional costs of the method. In order to gather as much data as possible with minimum effort, it would be more appropriate to take as a basis all signs of animal presence along management inventory trails, without converting them into absolute animal densities.

**Keywords:** forest development, fauna inventory, fauna management, conservation sector, Central Africa.

## RESUMEN

### MÉTODO DE INVENTARIO FAUNÍSTICO PARA LA ZONIFICACIÓN DE LAS CONCESSIONES EN BOSQUES TROPICALES

Desde la instauración de leyes nacionales y la aparición de la certificación que exige la ordenación sostenible de los bosques de África central, se ha hecho necesario el establecimiento de un plan de manejo de la fauna por parte de las empresas madereras. Por ello, los inventarios faunísticos son indispensables con el fin de evaluar la abundancia y distribución de la fauna y permitir delimitar las zonas especialmente interesantes desde un punto de vista faunístico. Desgraciadamente, hay que reconocer que estos estudios faunísticos suelen ser ineficaces debido a la escasez de medios que dedican las madereras, que se refleja en una falta de precisión. Es, pues, indispensable establecer una metodología de inventario de fauna pragmática, barata, adaptada al contexto de las compañías madereras y que garantice una estimación lo bastante precisa de la distribución de la fauna. Numerosos especialistas desarrollaron y estudiaron la eficacia del método bautizado « *Distance sampling* », que estima las densidades animales absolutas a partir de un muestreo por transectos lineales. Sin embargo, los inventarios faunísticos realizados en las concesiones forestales están destinados principalmente a localizar las zonas interesantes con miras a establecer el sector de conservación. Ello hace que la estimación de la densidad absoluta no sea en absoluto indispensable y no estaría justificada debido a las numerosas dificultades, imprecisiones y costos suplementarios que acarrea este método. Con el fin de acumular un máximo de datos con un esfuerzo mínimo, sería más conveniente basarse en el conjunto de los indicios de presencia animal contabilizados en los transectos de inventario de ordenación sin convertirlos en densidades animales absolutas.

**Palabras clave:** ordenación forestal, inventario faunístico, manejo de la fauna, sector de conservación, África central.