

NICOLAS BAGNOUD  
Intercoopération Sikasso

FRANZ SCHMITHÜSEN  
Ecole Polytechnique  
Fédérale de Zurich

JEAN-PIERRE SORG  
Ecole Polytechnique  
Fédérale de Zurich

# LES PARCS À KARITÉ ET NÉRÉ AU SUD-MALI

Analyse du bilan économique  
des arbres associés aux cultures

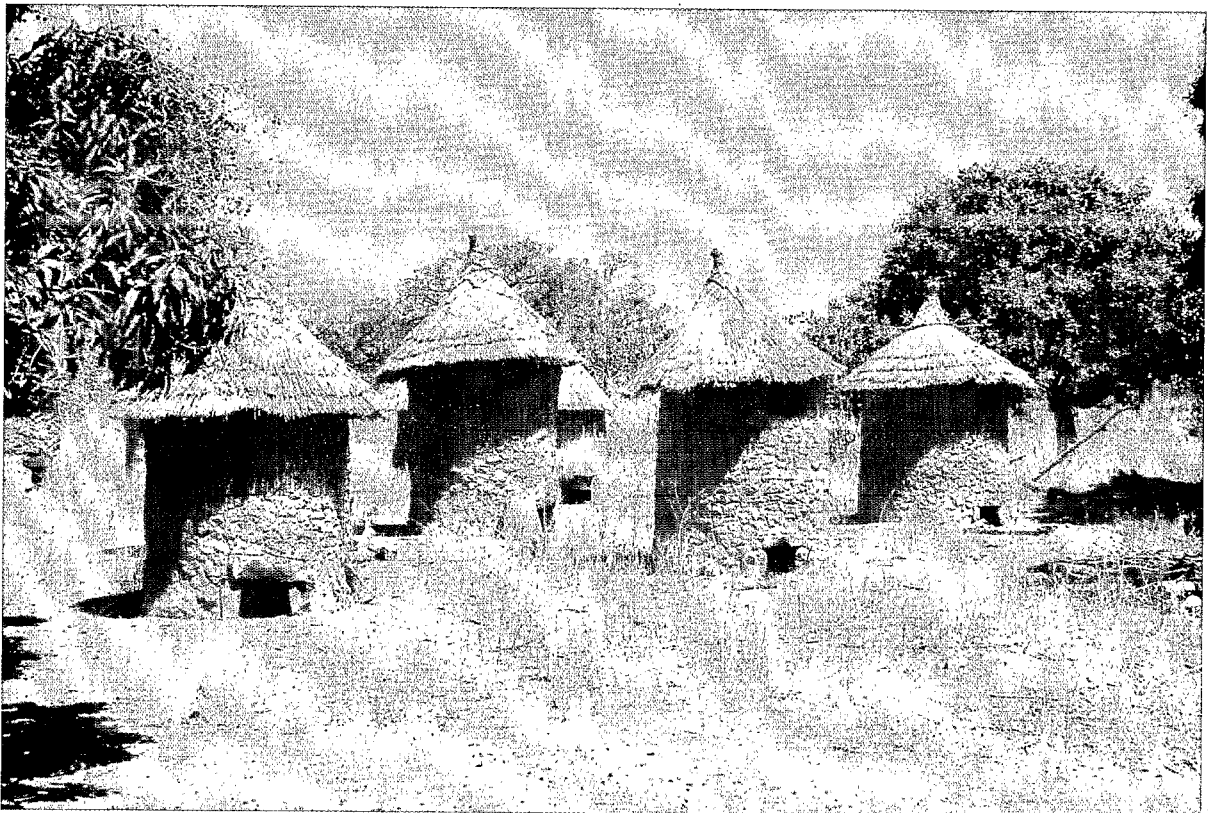


Photo P. SCHNEIDER

Fours pour le séchage et la conservation des noix de karité. Les noix seront ensuite transformées en beurre par les femmes au cours d'un long et pénible processus nécessitant beaucoup de bois de feu.

*Ovens for drying and conserving shea tree nuts. The nuts are then transformed into butter by women during a long and hard process requiring large amounts of wood.*



EN AFRIQUE DE L'OUEST, L'ARBRE  
EST ASSOCIÉ ÉTROITEMENT  
AUX CULTURES.

TROIS CHERCHEURS SUISSES  
ONT DRESSÉ UN BILAN ÉCONOMIQUE  
DE CE TYPE D'ASSOCIATION  
À PARTIR DE 22 EXPLOITATIONS  
RÉPARTIES AU SUD-MALI.

### APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE

Caractéristiques des paysages soudanais de l'Ouest africain, les parcs peuvent être définis par la présence régulière, systématique et ordonnée des arbres au milieu des champs (SAUTER, 1968). Les parcs sont le résultat d'un processus d'évolution au cours duquel se réalise l'association, à l'intérieur de l'espace exploité régulièrement, d'éléments naturels (les arbres et arbustes conservés, entretenus et améliorés en raison de leur utilité) et de plantes cultivées (RAISON, 1988). Souvent, le bétail constitue la troisième composante de ce système agroforestier. Circulant en saison sèche dans les parcs, il se nourrit des résidus des récoltes et des fruits et feuilles des arbres. Il existe donc des interactions à la fois écologiques et économiques entre les ligneux et les autres composantes du système.

A quelques exceptions près, la grande majorité des arbres entrant en interaction avec les cultures provoquent des réductions de productivité : les rendements culturels sous ou à proximité des arbres sont moindres qu'en plein champ. Cependant les arbres des parcs apportent une grande variété de produits. Dans les parcs à karité, *Vitellaria paradoxa* (Gaertn. f.) Hepper, et à néré, *Parkia biglobosa* (Jacq.) Benth., plus de 35 espèces différentes fournissent par leurs fruits, graines, feuilles, racines ou écorces un apport dans l'alimentation et la pharmacopée traditionnelle. Ils procurent également du bois d'œuvre, de l'ombrage et certaines espèces jouent un rôle dans les croyances (BAGNOUD, 1991). La question est alors de savoir si, en termes économiques, les apports des karités et nérés sont supérieurs aux pertes de production qu'ils occasionnent aux cultures.

Sur le plan méthodologique, cette recherche a consisté à effectuer un inventaire ponctuel dans trois villages : Pourou, Guetela et N'Tossoni, situés le long d'un gradient sud-nord, typique d'une pression humaine croissante sur les terroirs villageois. Le système de production a été analysé pour les parcs de 22 exploitations, soit 7 à 8 par village. Pour les parcs de chaque exploitation, des placettes de 1 ha ont été échantillonnées, tous les arbres y étant relevés. On a ainsi admis que la densité des arbres dans la placette équivaut à la densité moyen-

---

L'étude présentée ici est le résultat d'un travail de diplôme en foresterie à l'École Polytechnique Fédérale de Zurich, Suisse, réalisé en 1992 auprès de l'Opération Aménagement et Reboisement de Sikasso, Mali. Une présentation détaillée en a été publiée par la Chaire de Politique et d'Économie Forestières de l'E.P.F. Zurich sous la forme d'un « rapport de travail » [BAGNOUD, 1994].



ne des arbres dans le champ. Dans les parcs de plus de 7 hectares, une deuxième placette a été relevée. De même, pour les parcelles défrichées en plusieurs étapes, une placette a été disposée dans chaque partie distincte.

Pour chaque arbre, le diamètre à hauteur de poitrine (DHP) et le diamètre de la couronne ont été mesurés. Ce dernier correspond à la moyenne des diamètres nord-sud et est-ouest de la projection verticale de la couronne sur le sol. Les arbres relevés ont ensuite été regroupés par classe de DHP, la largeur de chaque classe étant de 10 cm (ex. : la classe de DHP 30 correspond aux arbres dont le DHP se situe entre 26 et 35 cm). Le choix de classes de DHP assez larges se justifie par le fort méplat de certains troncs, ainsi que par leurs formes irrégulières. Ces mesures ont permis de calculer la densité arborée moyenne pour l'ensemble des parcs de l'exploitation, de même que la répartition moyenne des arbres dans les différentes classes de DHP.

L'analyse du bilan économique des arbres associés aux cultures se concentre sur le karité et le néré, espèces arborées représentant plus de 90 % des arbres relevés dans les exploitations (73 % pour le karité et 18 % pour le néré). Seuls les produits faisant l'objet d'une activité commerciale, à savoir les fruits et le bois, ont été considérés dans l'analyse. Celle-ci se base sur une comparaison entre les pertes moyennes que la présence des arbres dans les champs occasionnent et les apports moyens qu'ils fournissent. Pertes et apports moyens sont calculés par hectare pour chaque exploitation en fonction de la densité moyenne des karités et nérés et de la part que chaque culture occupe dans l'exploitation.

## LE BILAN ÉCONOMIQUE DES ARBRES ASSOCIÉS AUX CULTURES

Le système de production des parcs est caractérisé par une rotation des cultures dans les différentes parcelles de l'exploitation. Les cultures principales sont le petit-mil, le sorgho, le maïs et le coton. D'une part l'influence des arbres sur les cultures varie suivant le type de culture, d'autre part l'emplacement des cultures dans les parcs change annuellement. Dès lors les pertes de rendement sous influence des arbres, subies par chaque type de culture, varient d'année en année en fonction de la densité arborée de la parcelle cultivée. Par ailleurs, les rendements culturaux et les apports des arbres varient fortement d'une année à l'autre du fait des aléas climatiques. Dès lors, nous avons jugé nécessaire d'établir un bilan moyen des interactions arbres/cultures sur un cycle entier de cultures. L'analyse a été effectuée au moyen des quatre sous-modèles présentés ci-dessous.

### MODÉLISATION DES BAISSSES DE RENDEMENT DES CULTURES INFLUENCÉES PAR LES ARBRES

La quantification des pertes des cultures annuelles s'est faite sur la base des travaux de KATER (1992), KAPP (1987) et, pour les associations non décrites, sur la base de postulats étayés par les observations des paysans. Deux zones d'influence des arbres peuvent être distinguées. La première correspond à la projection verticale de la couronne sur le sol; les attaques fongiques semblent y être principalement responsables des pertes de rendement. La deuxième zone s'étend de la limite exté-

Entre les cycles de culture, la jachère permet à la biomasse de se reconstituer en partie. Les arbres de la savane-parc (ici un néré) constituent un élément de cette alternance. *Between crop cycles, fallowing allows partial reconstitution of the biomass. Trees of the savannah-park (here, a locust bean tree) constitute an element of this alternation.*

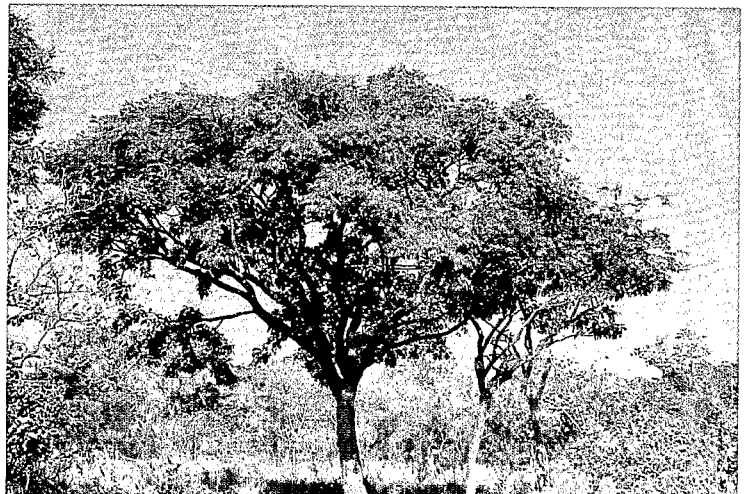


Photo P. SCHNEIDER





**TABEAU I**  
**BAISSES DE RENDEMENT DES CULTURES**

Pertes de rendement en %				
Types de culture	sous couronne des karités	sous couronne des nérés	hors couronne des karités	hors couronne des nérés
Petit-mil	60 (1)	60 (1)	30 (2)	30 (3)
Sorgho	44 (1)	66 (1)	25 (3)	25 (2)
Coton	2 (1)	65 (1)	0 (3)	25 (3)
Maïs	50 (3)	50 (3)	25 (3)	25 (3)

(1) KATER (1992).  
(2) KAPP (1987).  
(3) Postulats de l'auteur.

rieure de la couronne jusqu'à 1,8 fois le rayon de la couronne à partir du tronc. Les réductions de rendement y sont surtout dues à la concurrence, pour l'eau et les éléments nutritifs, entre le système racinaire superficiel de l'arbre et celui des plantes cultivées. Le tableau I donne les pertes de rendement en %.

Ne pouvant connaître avec précision les rendements cultureux par exploitation, nous avons travaillé avec les rendements cultureux moyens par village.

<b>TABEAU II</b>				
<b>RENDEMENTS CULTURAUX MOYENS ESTIMÉS</b>				
<b>HORS INFLUENCE DES ARBRES</b>				
Villages	Petit-mil (kg/ha)	Sorgho (kg/ha)	Coton (kg/ha)	Maïs (kg/ha)
Pourou	1 000	930	1 510	2 190
Guetela	970	900	1 540	2 190
N'Tossoni	1 000	920	1 730	1 420

Sur la base de la répartition des arbres dans les classes de DHP, des surfaces moyennes des zones d'influence des arbres par classe de DHP et des rendements cultureux moyens (cf. tableau I), les pertes de rendement moyen des diverses cultures ont été estimées pour chaque exploitation. Les pertes de rendement par type de culture (P) s'obtiennent en fonc-

tion des surfaces moyennes sous influence des karités et des nérés. Les formules de calcul figurent ci-après :

$$\text{Petit-mil : } P1 = 0,6 * x * (S1 + S2) + 0,3 * x * (S3 + S4)$$

$$\text{Sorgho : } P2 = 0,44 * x * S1 + 0,66 * x * S2 + 0,25 * x * (S3 + S4)$$

$$\text{Coton : } P3 = 0,02 * x * S1 + 0,65 * x * S2 + 0,25 * x * S4$$

$$\text{Maïs : } P4 = 0,5 * x * (S1 + S2) + 0,25 * x * (S3 + S4)$$

avec : x = rendement de la culture en plein découvert

S1 = surface sous couronne des karités

S2 = surface sous couronne des nérés

S3 = surface hors couronne sous influence des karités

S4 = surface hors couronne sous influence des nérés

Ce modèle est une image de l'exploitation ramenée à l'hectare. Il est basé, d'une part, sur une répartition uniforme des karités et nérés et, d'autre part, sur une représentation des cultures selon leur distribution réelle dans l'exploitation.

#### Remarques sur la validité du modèle

- On a considéré chaque arbre comme étant isolé, ce qui ne correspond pas tout à fait à la réalité. En fait, surtout lorsque la densité arborée est élevée (> 15 arbres/ha), il arrive que certaines couronnes s'interpénètrent. Le modèle conduit à cumuler les estimations des pertes de rendement car l'intersection de deux couronnes est comptée deux fois, ce qui aboutit à exagérer légèrement les pertes de rendement des cultures sous influence des arbres.

- Nous avons admis les pertes de rendement culturales comme étant constantes. Toutefois il est probable que,



En fin de saison sèche, les champs (ici avec karité, néré et manguiers) sont enrichis par du fumier provenant des parcs de stabulation.

*At end of dry season, the fields (here with the shea, locust bean and mango trees) are enriched with manure coming from cattle stalls.*

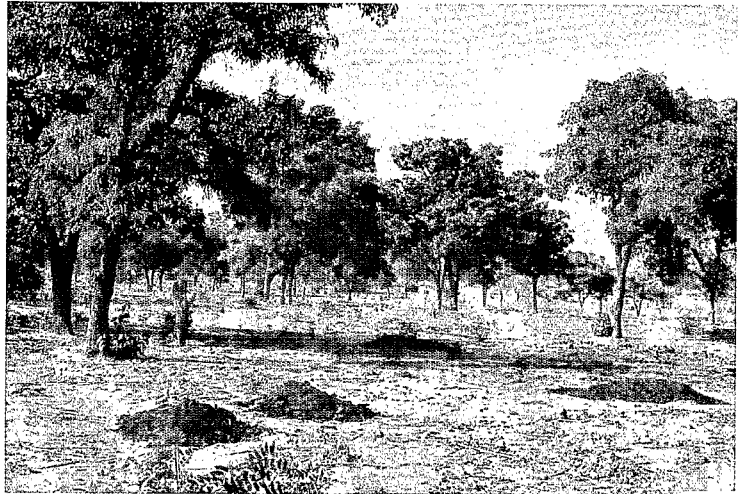


Photo J.-P. Sanga

lors des périodes de sécheresse, ou si le profil pédologique est particulièrement limité avec des réserves hydriques faibles, la concurrence arbre/culture se fasse plus vive. A l'opposé, si à la suite d'aléas climatiques les rendements céréaliers sont faibles, il est possible que l'influence des arbres soit globalement plus faible. C'est pourquoi on a travaillé avec les rendements moyens.

- Le fait de calculer les pertes de rendement culturales à partir des rendements moyens par village revient à ne pas considérer dans le modèle les différences de fertilité entre les exploitations. En effet, on ne sait pas si les pertes de rendement en pourcentage varient avec les rendements.

### MODÉLISATION DES ZONES D'INFLUENCE DES ARBRES SUR LES CULTURES

En ce qui concerne le diamètre moyen des couronnes, une assez grande variabilité de forme et de taille a été constatée au sein des classes de DHP. Si bien qu'il a paru hasardeux de calculer un diamètre moyen des couronnes de chaque exploitation considérée pour elle-même, le nombre d'arbres relevés étant restreint. Toutefois, l'analyse de variance a révélé des différences significatives entre les tailles des couronnes des arbres selon qu'elles étaient ou non soumises à l'élagage. Les exploitations ont donc été classées en deux groupes ; les diamètres moyens des couronnes sont donnés pour chaque classe de DHP par les figures 1 et 2, p. 14.

On constate que les coefficients de variation au sein des classes de DHP sont moyens à faibles. Toutefois la tendance à un élargissement de la couronne avec l'âge est

assez nette. Nous avons opéré un regroupement des classes de DHP 60 et DHP 70 chez le karité, en raison du faible nombre d'arbres relevés et des très fortes variations dans la taille des couronnes à l'intérieur de ces deux classes.

### Surfaces influencées par les arbres

Géométriquement nous avons assimilé la surface sous couronne à un cercle, dont le rayon pour chaque classe de DHP équivaut au diamètre moyen divisé par 2. Nous avons calculé ainsi les surfaces sous couronne pour chaque exploitation, sur la base de la densité arborée moyenne et de la répartition des arbres dans les classes de diamètre. La surface hors couronne où le système racinaire des arbres entraîne une dépression de rendement, c'est-à-dire la zone sise entre la limite extérieure de la couronne et une distance équivalant à 1,8 fois le rayon de la couronne à partir du tronc (KAPP, 1987), a été déterminée de façon analogue.

Ainsi la surface moyenne sous couronne varie-t-elle pour le karité, selon les exploitations, entre 1 et 13 % de la superficie totale des parcs ; elle est de **5 %** en moyenne pour l'ensemble des exploitations. Pour le néré, elle varie entre 0 et 8 % de la superficie totale des parcs et atteint **2 %** en moyenne. La surface moyenne hors couronne et sous influence du système racinaire varie pour le karité, selon les exploitations, entre 3 et 29 % de la superficie totale ; elle est de **12 %** en moyenne pour l'ensemble des parcs. Pour le néré, elle varie entre 0 et 19 % de la surface totale et atteint **5 %** en moyenne.

On voit donc que les arbres exercent une influence en moyenne sur **24 %** environ de la superficie des parcs des exploitations (minimum 6 %, maximum 44 %).

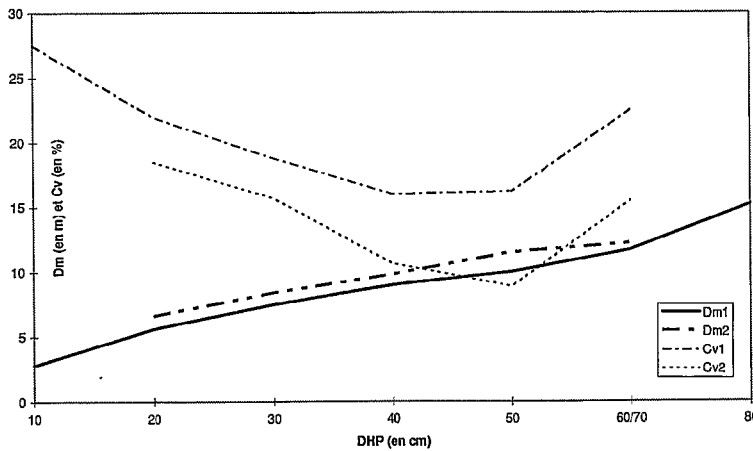


Figure 1. Diamètre moyen des couronnes de karités par classe de DHP, dans les parcs où les paysans pratiquent l'élagage (Dm1) et dans les parcs où ils ne le pratiquent pas (Dm2), et coefficients de variation.  
Average diameter of shea tree crowns by class of BHD, in parks in which peasants practice pruning (Dm1) and in parks in which they do not (Dm2), and variation coefficients.

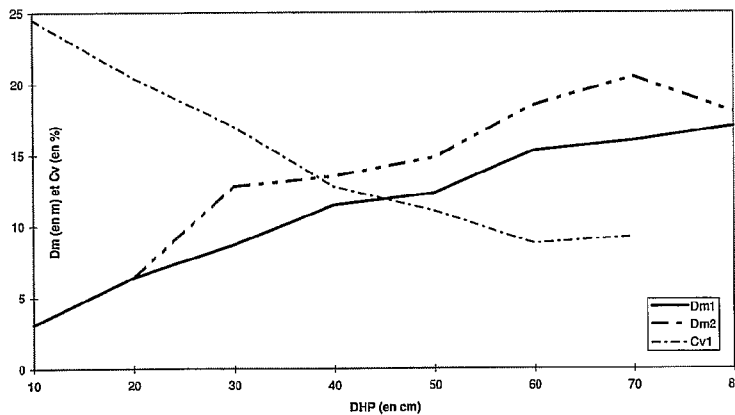


Figure 2. Diamètre moyen des couronnes de nérés par classe de BHD, dans les parcs où les paysans pratiquent l'élagage (Dm1) et dans les parcs où ils ne pratiquent pas (Dm2), et coefficients de variation pour Dm1.  
Average diameter of crowns of locust bean trees by class of BHD, in parks in which peasants practice pruning (Dm1) and in parks in which they do not (Dm2), and variation coefficients for Dm1.

### MODÉLISATION DES APPORTS EN FRUITS DES ARBRES

#### □ Le karité

La production des karités est très irrégulière. Les années de bonne production se succèdent en général tous les deux ou trois ans, alternant avec des années de production moyenne ou très mauvaise. L'irrégularité de la production est également géographique. Au niveau du village de N'Tossoni par exemple, la production en 1991 a été bonne sur certaines parties du terroir et mauvaise sur d'autres. Plus que la pluviosité, il semble que la pollinisation soit un facteur important conditionnant l'abondance de la récolte. Le fruit se compose d'une noix, que les femmes transforment pour la production de beurre, entourée de pulpe. Pour 10 kg de fruits, on peut obtenir 4,5-5,5 kg de noix fraîches ou 3-3,7 kg de noix sèches (PICASSO, 1984).

Un suivi de plusieurs centaines de karités, de 1949 à 1962, visant à mettre en évidence d'éventuelles corrélations entre certains caractères des arbres et la production, a donné comme tendance (DESMAREST, 1958, in SALLE, 1991) l'existence de karités « bons producteurs » : dans une population donnée, seuls 26 % des arbres sont de bons producteurs, alors que près de la moitié ne présentent aucun intérêt économique. Les karités en forme de boule représentent environ 50 % de bons producteurs, la forme en balai étant étroitement associée à un mauvais rendement. Le tableau III donne quelques résultats tirés de la littérature, concernant les rendements moyens en fruits.

A N'Tossoni, un paysan a pu estimer ses récoltes de fruits frais à 600-700 kg lors de mauvaises années, et à 2 000-2 200 kg durant les bonnes années, pour les 60 arbres de son champ (DHP moyen 33 cm), ce qui donne une moyenne de 10 à 27 kg par arbre selon les années. L'âge



**TABLEAU III**  
**RENDEMENTS EN FRUITS DU KARITÉ SELON DIVERS AUTEURS**

Lieux/auteurs	Années/conditions	Quantité de noix par arbre (kg)
Saria (Burkina Faso) (DELOUME, 1947)	1934-1944, moyenne de 10 arbres	9,1 (4,0-21,9) de noix sèches (soit env. 25 de fruits frais)
Ferkessedougou (Côte-d'Ivoire) (RUYSSSEN, 1957)	1944-1948, moyenne de 49 arbres	28,2 de fruits frais
INA (Bénin) (RUYSSSEN, 1957)	1949-1950 moyenne de 16 arbres	1949 : 31,1 (0,1-87,6) 1950 : 27,9 (0,1-76,9) de fruits frais
Sikasso (Mali) (DAO, 1989)	1989 moyenne de 26 arbres, DHP moyen 26 cm	20 de fruits frais
Mali, projet karité (NIESS, 1982, in KAPP, 1987)	moyenne estimée pour le pays	27 de fruits frais

et la taille de l'arbre ont une influence sur le rendement en fruits de l'arbre. Les gros producteurs désignés par les paysans sont logiquement des arbres de forte taille. En outre, les arbres n'atteignent pas une production maximale avant 25 à 40 ans (MAYDELL, 1983).

Lors des relevés, nous avons mesuré 430 karités dans les classes de DHP 20 et supérieures (on considère la production des arbres de la classe de DHP 10 comme négligeable). A la suite de NIESS nous admettons une moyenne de rendement par arbre de 27 kg de fruits frais par an, ce qui coïncide bien avec les autres données de la littérature. De manière à considérer un tant soit peu l'influence de l'âge des arbres sur la productivité en fruits, nous avons distingué pour le modèle économique deux classes de productivité moyenne :

Classe I (DHP 20 et DHP 30) : 22 kg/arbre/an

Classe II (DHP 40 et supérieur) : 32 kg/arbre/an

Comme chaque classe regroupe exactement 50 % des 430 karités mesurés dans les classes de DHP 20 et supérieures, la moyenne des deux classes de productivité est donc bien de 27 kg/arbre/an.

#### □ Le néré

L'arbre commence à produire des fruits dès sa huitième année, à un DHP d'environ 10 cm. Nous avons observé que la production se généralise dès que le DHP atteint 15 cm. Il existe une grande variabilité des rendements d'une saison à l'autre sur un même arbre. Les affirmations des paysans interrogés concordent quant au fait que le cycle d'alternance des années de bonne et de

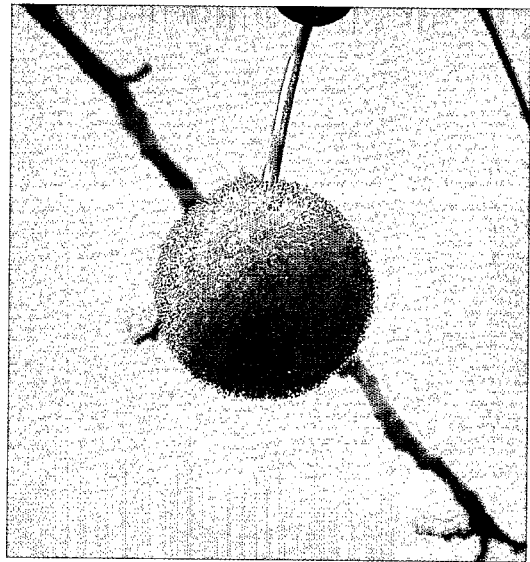


Photo P. SCHNEIDER

Inflorescence de néré. Le feuillage, les fruits, les graines, l'écorce, les racines et le bois de cette espèce connaissent de multiples utilisations en zone soudanaise.  
*Inflorescence of a locust bean tree. Leaves, fruit, seeds, bark, roots and timber of this species find many uses in Sudanese regions.*

mauvaise récolte est de deux ans. Un paysan possédant 12 nérés (11 de DHP 30 cm, 1 de DHP 100 cm) a pu estimer sa récolte de fruits à 90-120 kg/arbre lors des bonnes années (30-40 kg de graines) et à 15-

20 kg/arbre lors de mauvaises années (5-7 kg de graines). Les rares données bibliographiques indiquent que, dès l'âge de 20 ans (DHP d'environ 20 cm), chaque arbre produirait de 25 à 100 kg de fruits selon les années (MAYDELL, 1983).

Nous admettons un rendement moyen pour le néré de 60 kg de fruits frais par arbre et par an, se répartissant en 22,5 kg de coques, 18 kg de pulpe et 19,5 kg de graines (DE LOS RIOS IBARRA, 1990). Par manque de données plus précises, une seule classe de rendement a été admise ; elle regroupe les classes de DHP 20 et supérieures.

### MODÉLISATION DE L'ÉVOLUTION DE LA DENSITÉ ARBORÉE ET DE L'APPORT DE BOIS

Ce modèle s'est limité à estimer l'évolution du couvert arboré dès lors que la jachère n'est plus pratiquée, ce qui est le cas dans les 2/3 des exploitations. En l'absence de jachère, les parcs ne sont plus rajeunis et les arbres en place vieillissent et meurent, ou sont progressivement éliminés par les paysans. Le volume sur pied par arbre subsistant augmente et la densité arborée diminue progressivement.

#### Evolution de la densité arborée

L'accroissement en diamètre des arbres des parcs est influencé, outre par la pluviosité et le type de sol, par l'apport éventuel de fertilisants destinés aux cultures. Il varie donc d'un lieu à l'autre. Pour le modèle, nous avons admis un accroissement uniforme de 6 mm par an jusqu'à 40 ans, puis de 4 mm par an par la suite pour toutes les stations, sur la base des travaux de BONKOUNGOU (1987) et de DELOLME (1947), réalisés dans des conditions écologiques similaires à celles du Sud-Mali. Nous avons pu ainsi estimer l'âge des karités en fonction du DHP :

DHP 10 cm : 17 ans	DHP 50 cm : 105 ans
DHP 20 cm : 35 ans	DHP 60 cm : 130 ans
DHP 30 cm : 55 ans	DHP 70 cm : 150 ans
DHP 40 cm : 80 ans	DHP 80 cm : 180 ans

Dans les relevés, une certaine tendance s'est manifestée concernant l'évolution de la densité arborée dans les parcs en fonction du DHP moyen, c'est-à-dire de l'âge moyen des arbres. Cette tendance indique que les den-

sités dans les parcs où le DHP moyen des arbres dépasse 60 cm (groupe 3) sont en moyenne deux fois plus faibles que les densités dans les parcs où le DHP moyen varie entre 40 et 59 cm (groupe 2), et en moyenne trois fois plus faibles que dans les parcs où le DHP moyen varie entre 20 et 39 cm (groupe 1). Cette tendance est grossière (coefficient de variation de 50 %), mais elle nous permet de simuler approximativement l'évolution de la densité arborée. Le temps de passage pour que le DHP augmente de 20 cm est d'environ 50 ans. On peut alors estimer schématiquement que, dans les 50 prochaines années, 1/3 des arbres vont disparaître dans les parcs où le DHP moyen est de 10 ou 20 cm, et la moitié des arbres dans les parcs où le DHP moyen est de 30 ou 40 cm.

#### Estimation du volume de bois

L'estimation du volume de bois total de chaque arbre en fonction de son DHP a été établie dans un premier temps pour le bois fort (découpe Circonférence C > 22 cm) au moyen des tarifs PIRL (C.T.F.T. et BOPA/SCET-AGRI, 1989) dont l'équation est :

$$V_{PIRL} = - 0,00537 + (0,19582 * d) + (17,01562 * d^3)$$

d est le DHP en centimètres

Par ailleurs, des essais de quantification de la biomasse ligneuse totale (4 karités et 2 nérés) et de pesage de la biomasse de petit bois (C ≤ 22 cm) ont permis d'estimer le volume de petit bois (V<sub>petit bois</sub>).

DHP moyen (cm)	V <sub>PIRL</sub> (m <sup>3</sup> )	V <sub>petit bois</sub> (m <sup>3</sup> )	V1 (m <sup>3</sup> )	V2 (m <sup>3</sup> )
20-29	0,329	0,159	0,488	1,175
30-39	0,792	0,388	1,175	2,339
40-49	1,576	0,763	2,339	3,721
50-59	2,75	0,971	3,721	4,972
60-69	4,00	0,972	4,972	
70-79	5,20	1,264	6,464	

V1 = Volume moyen total de bois par arbre, à l'état actuel (V1 = V<sub>PIRL</sub> + V<sub>petit bois</sub>).  
V2 = Volume moyen total de bois par arbre, dans 25 ans.

Ainsi, sur la base de la densité arborée actuelle et de son modèle d'évolution, le volume de bois théorique-





ment disponible annuellement peut être estimé en fonction du DHP moyen :

$$20-29 : V = (1/3 * n * V2) / 50 = 0,0078 * n$$

$$30-39 : V = (1/3 * n * V2) / 50 = 0,0156 * n$$

$$40-49 : V = (1/2 * n * V2) / 50 = 0,0372 * n$$

$$50-59 : V = (1/2 * n * V2) / 50 = 0,0497 * n$$

n est l'effectif dans chaque classe de DHP.

## RÉSULTATS

### BILAN MOYEN DES APPORTS ET DES PERTES

Le bilan moyen sur une rotation entière des cultures (3, 4 ou 5 ans suivant les exploitations) a été modélisé pour les 22 exploitations. Les résultats annuels moyens par village de cette modélisation apparaissent ci-dessous (cf. tableau VI).

### VALEUR ÉCONOMIQUE DES PRODUITS PRINCIPAUX

Les fruits des karités et des nérés servent à l'autoconsommation et sont souvent vendus ; dès lors la détermination d'une valeur d'échange est possible. En ce qui concerne le bois, le problème est plus difficile à résoudre. Bien que le bois soit théoriquement commercialisable dans les villes situées à proximité des villages et qu'il ait une valeur marchande, les paysans ne pratiquent pas un tel commerce. Les enfants ou les jeunes hommes peuvent occasionnellement transporter du bois à bicyclette et le vendre au marché pour leurs besoins personnels. Ce commerce est toutefois marginal. Bien que le bois n'ait, au niveau des paysans, qu'une valeur d'usage, il s'est vu attribuer ici une valeur d'échange théorique qui correspond à son prix si les paysans le vendaient.

La valeur d'échange minimale pour les produits agricoles est obtenue en octobre-décembre (juste après les récoltes) et pour les fruits en mai-juin ; la valeur d'échange maximale est obtenue en juillet-août (au moment de

**TABLEAU VI**  
**COMPOSITION MOYENNE À L'HECTARE, PAR VILLAGE, DES PARCS VISITÉS**

Apports moyens des karités et nérés et pertes moyennes de production agricole par année et par hectare

Villages	Arbres		Cultures			
	Densité moyenne (par ha)	Produits	Apports moyens (par ha)	Type	Part de la superficie totale (%)	Pertes moyennes (kg/ha)
Pourou	12 karités	noix karité (sèches)	83,1 kg	petit-mil	30	49,8
	5 nérés	grains néré	89,1 kg	sorgho	19	19,2
		farine néré	82,3 kg	coton	24	20,2
		bois	0,15 m <sup>3</sup>	maïs	27	57,5
Guetela	8 karités	noix karité (sèches)	76,7 kg	petit-mil	2	3,7
	1 néré	grains néré	15 kg	sorgho	49	29,4
		farine néré	14,1	coton	33	8,5
		bois	0,2 m <sup>3</sup>	maïs	16	14
N'Tossoni	11 karités	noix karité (sèches)	85,8 kg	petit-mil	33	36,5
	1 néré	grains néré	9,6 kg	sorgho	25	18,6
		farine néré	9 kg	coton	33	11,9
		bois	0,18 m <sup>3</sup>	maïs	9	10





Photo J.-P. Soric

Un aspect de la savane-parc au sud du Mali, avec karité et néré, patate douce, coton et petit-mil. La production est fort variée sur une petite surface.

*The appearance of the savannah-park of southern Mali, with the shea and locust bean trees, the sweet potato, cotton and millet. Production is highly varied in a small area.*

la période de soudure) et, pour les fruits, juste avant la récolte (mars-avril). Les prix obtenus pendant la période de soudure sont beaucoup plus élevés. Toutefois le plus souvent, les paysans écoulent immédiatement leur récolte car ils doivent payer les impôts à la fin de l'année et les conditions de stockage sont mauvaises. Seules les quantités nécessaires à l'autoconsommation sont stockées. Le transport pour la vente se fait au moyen de charrettes jusqu'au marché le plus proche.

Pour l'estimation des valeurs nettes des cultures, on s'est limité à soustraire aux revenus bruts les coûts annuels des intrants et du matériel utilisés pour la production agricole. Pour le coton, le coût moyen des engrais et insecticides est de 60 000 F CFA/ha dans les villages vi-

sités. Le coût annuel moyen du matériel agricole et de l'attelage était estimé en 1986 à 19 950 F CFA/ha, selon CROLE-REES (1992). Pour les autres cultures céréalières, nous ne soustrayons que les coûts annuels du matériel agricole et de l'attelage, estimés à 23 500 F CFA/ha. Le facteur travail n'est donc pas considéré dans cette estimation des valeurs nettes des cultures. Aucun intrant n'étant utilisé pour les arbres, les prix de vente bruts des produits correspondent aux valeurs nettes.

Le bois est vendu sous forme de fagots ou de stères sur le marché et le prix admis est de 750 F CFA/par stère, d'un poids moyen de 250 kg. La densité du bois de néré séché à l'air est d'environ 600 kg/m<sup>3</sup> ; elle est quasi-

TABLEAU VII

VALEUR BRUTE / (NETTE) MINIMALE ET MAXIMALE DE DIFFÉRENTS PRODUITS  
en F CFA par kg

Produits	Pourou		Guetela		N'Tossoni	
	minimum	maximum	minimum	maximum	minimum	maximum
Coton	85 (30)	95 (40)	85 (30)	95 (40)	85 (40)	95 (50)
Petit-mil	60 (35)	100 (75)	40 (15)	70 (45)	50 (25)	100 (75)
Sorgho	30 (10)	80 (50)	30 (10)	50 (25)	40 (15)	80 (55)
Mais	20 (15)	50 (40)	20 (10)	50 (35)	40 (20)	60 (40)
Noix karité sec	55		60		60	100
Grains néré	100	150	150		150	200
Farine néré	40		50		50	

ment identique selon nos essais à celle du bois de karité. Le prix admis est donc de 1 800 F CFA/m<sup>3</sup>

### BILAN ÉCONOMIQUE DES PARCS

Compte tenu des prix de vente minimaux et maximaux des divers produits, les bilans économiques par exploitation se présentent comme suit. En ce qui concerne le bilan économique brut (fig. 3), les valeurs des apports sont en moyenne 3 à 4 fois supérieures aux valeurs des pertes, sur la base des valeurs d'échange minimales (cf. tableau VII). En prenant les valeurs d'échange maximales, ce qui correspond au cas hypothétique où les paysans auraient la possibilité de stocker leur récolte afin de la vendre à meilleur prix, les apports sont en moyenne deux fois supérieurs aux pertes. Les bilans, qui varient beaucoup en fonction des caractéristiques des exploitations, sont nettement positifs dans tous les cas sauf un. Dans cette dernière exploitation en effet, la terre n'appartient pas au paysan et celui-ci n'a pas le droit de cueillir les fruits de néré dans les parcs qu'il cultive.

Concrètement, les bilans annuels bruts calculés à partir des valeurs d'échanges minimales, c'est à dire la différence entre les apports des arbres et les pertes subies par les cultures, s'établissent en moyenne comme suit dans les villages considérés :

- + 10 600 F CFA/ha/an à Pourou (12 karités et 5 nérés/ha, en moyenne),
- + 6 000 F CFA/ha/an à Guetela (8 karités et 1 néré/ha, en moyenne),
- + 4 800 F CFA/ha/an à N'Tossoni (11 karités et 1 néré/ha, en moyenne).

Les bilans sont les plus favorables dans les exploitations où les densités de nérés sont élevées, car l'apport brut d'un pied de néré est 2 à 3 fois plus élevé que celui d'un

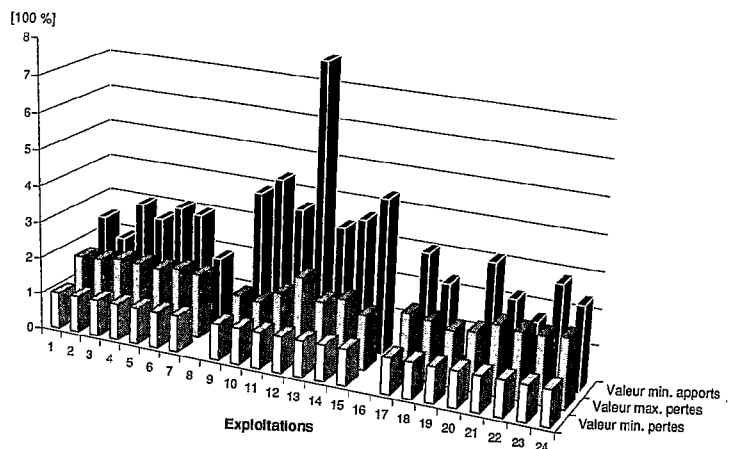
pied de karité. De même, plus la densité arborée est élevée, plus le bilan est favorable, puisque nous avons considéré les arbres comme étant uniformément répartis sur la surface. Notre analyse ne considère pas d'éventuels effets négatifs sur la production fruitière lorsque les couronnes s'interpénètrent. A Guetela, les bilans sont meilleurs qu'à N'Tossoni avec des densités arborées similaires. Ceci est dû, d'une part, au fait que le petit-mil n'y est pratiquement pas cultivé et que le sorgho qui le remplace est d'une valeur économique moindre. D'autre part, la culture du coton, souffrant peu de la présence des karités, occupe une grande place dans les exploitations visitées. On notera que plus de 95 % de la valeur moyenne d'échange des apports repose sur les fruits.

Le bilan économique net, établi à partir des valeurs du tableau VII, relève un avantage économique encore plus net du système des parcs par rapport à des monocultures céréalières. Au niveau des valeurs d'échange minimales, les apports nets sont en moyenne 5 fois supérieurs aux pertes à Pourou et N'Tossoni et 11 fois supérieurs à Guetela. Si l'on considère les valeurs d'échange maximales, les apports sont en moyenne 3 fois supérieurs aux pertes à Pourou et N'Tossoni et 5 fois supérieurs à Guetela. Il faut rappeler que, du point de vue des paysans, le bilan brut est particulièrement important ; en effet, les intrants et le matériel de culture représentent des frais fixes indispensables dans la gestion actuelle des systèmes de production, qui font l'objet de cette étude.

### DISCUSSION : PROBLÉMATIQUE D'UN BILAN ÉCONOMIQUE

La valeur du bois dans ce bilan est approchée par la valeur d'échange du bois de feu. Toutefois, en pratique, seules les branches d'un diamètre inférieur à 10 cm sont

Figure 3. Comparaison par exploitation entre les valeurs monétaires brutes des pertes et la valeur minimale des apports ; 1-7 Pourou, 9-15 Guetela, 17-24 N'Tossoni. Base de référence : valeur des pertes (100 %).  
*Comparison of farming operations in terms of gross monetary values of losses, and minimum value of yields ; 1-7 Pourou, 9-15 Guetela, 17-24 N'Tossoni. Reference base : value of losses (100 %).*



utilisées comme bois de feu. Le gros bois est brûlé sur le champ car les femmes ne disposent pas d'outils spécifiques pour le débiter et, avec les haches, ce travail est trop pénible. Cependant, au nord, les femmes doivent parcourir des distances toujours plus grandes pour trouver du bois de feu, ce qui entraîne une surcharge de travail. Les femmes disent qu'elles sont plus souvent malades qu'autrefois et qu'elles ont moins de temps pour s'occuper des enfants. On voit ici que la valeur d'échange du bois, qui n'est pas influencée par le facteur travail, est sous-estimée.

La cueillette des fruits des arbres utiles est réglementée au niveau des terroirs villageois. Ce sont les femmes qui récoltent les noix de karité (mai-juillet), les stockent et les transforment en beurre dès la fin des travaux des champs, ou les vendent. En général la récolte des arbres se trouvant sur les terres de la famille revient aux femmes de la famille. En ce qui concerne le néré, la réglementation est stricte. Sur les terres de la famille (champs et jachères), les fruits du néré reviennent exclusivement aux chefs de famille. Ainsi, les apports des arbres se répartissent à deux niveaux distincts dans la famille, soit le karité pour les femmes, soit le néré pour le chef de famille. La gestion des revenus est donc séparée et aucun bilan global des apports des arbres n'est réalisé.

Si, au niveau économique, un bilan des systèmes agroforestiers est possible, il faut toutefois souligner que l'attribution d'une valeur monétaire aux produits des arbres se base sur une rationalité qui s'applique difficilement à

tous les éléments du système. En ce qui concerne les produits médicinaux par exemple, les paysans ne réagissent pas comme des décideurs mettant le prix au centre de leur rationalité. En effet, les produits naturels sont connus depuis des générations et sont liés à une cosmogonie, une façon d'appréhender les liens de l'homme et de la nature. Si les paysans recourent fréquemment à ces produits naturels, le pas à faire avant de se tourner vers des produits pharmaceutiques est tout autre et n'a lieu qu'en dernier recours, souvent lorsque les paysans sont très malades. Si les premiers contribuent à maintenir les acteurs éternels en pleine vigueur physique, les seconds interviennent surtout lorsque la capacité de production des acteurs est déjà fortement réduite. Ainsi la valeur d'usage des produits de pharmacopée traditionnelle ne peut guère être estimée par la valeur de produits de synthèse à effet équivalent. De même, les arbres « sacrés » n'ont pas de « valeur » au sens économique du terme, mais ils contribuent au bien-être des ruraux et à leur équilibre spirituel. Dès lors le bilan économique d'un système de production traditionnel ne représente qu'un des facteurs intervenant dans la rationalité paysanne. Pour les paysans, qui possèdent leur propre échelle d'utilité, la maximalisation des produits ne figure pas nécessairement au centre des préoccupations.

## CONCLUSION

L'analyse se fonde sur un bilan annuel moyen des pertes et des apports occasionnés par les karités et les nérés pour un cycle de cultures dans les parcs. Les apports des arbres considérés pour le calcul économique sont les fruits et le bois ; les pertes sont celles que subissent les cultures dans leurs rendements. Il ressort du bilan brut que les valeurs des apports sont en moyenne de 3 à 4 fois supérieures aux valeurs des pertes. En chiffres absolus, les bénéfices annuels moyens de la présence des arbres varient entre 4 800 F CFA/ha/an à N'Tossoni et 10 600 F CFA/ha/an à Pourou. Les meilleurs résultats sont obtenus dans les parcs ayant une forte densité d'arbres, de nérés en particulier. Le bilan économique de la présence des arbres dans les parcs est donc très favorable.

Toutefois, les raisons de la présence des arbres dans les parcs vont bien au-delà d'un simple avantage économique. Outre leurs apports monnayables, les arbres fournissent une multitude de produits contribuant à l'autosubsistance ainsi qu'au bien-être des paysans. Dès lors, seule une approche globale permet de comprendre la rationalité qui dirige la gestion des parcs.

Sur la voie d'une amélioration de la productivité globale du système traditionnel des parcs, différentes possibi-



Photo P. SCHNEIDER

Le beurre de karité, utilisé en cuisine, comme cosmétique ou comme médicament, joue un rôle économique important. Il est extrait de la graine, ou « noix », qui contient jusqu'à 50 % de matière grasse.

*Shea tree butter, used for cooking, as a cosmetic or as a medication, plays an important economic role. It is taken from the seed or « nut » which contains up to 50 % fat.*



lités pourraient être prometteuses. Nous avons vu les grandes différences de productivité entre karités bons et mauvais producteurs. Par ailleurs, les enquêtes de PERQUIN (1992) ont montré que la teneur des noix de karité en matière grasse varie du simple au double suivant les peuplements. On voit donc qu'il existe un potentiel de sélection, encore fortement ignoré, permettant d'aug-

menter le revenu fourni par les arbres. La mise à disposition de plants sélectionnés ou l'introduction de techniques de régénération naturelle assistée (sélection et protection de rejets suivis d'opérations de greffage) pourraient contribuer, dans le cadre d'une stratégie incitative, à promouvoir l'intégration des arbres dans le système agricole. □

▷ Nicolas BAGNOUD  
Intercoopération Sikasso  
B.P. 164  
SIKASSO  
Mali

▷ Franz SCHMITHÜSEN  
Jean-Pierre SORG  
Ecole Polytechnique  
Rämistrasse 101  
CH-8092 ZÜRICH  
Suisse

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BAGNOUD (N.), 1991.  
Inventaire des systèmes agroforestiers traditionnels. PADREF-Sikasso et Intercoopération, Berne, Suisse, 45 p.
- BAGNOUD (N.), 1994.  
Analyse socio-économique du rôle des arbres et de la productivité dans les parcs à Karité et Néré de la zone du Mali-Sud. E.T.H.-Zürich, Arbeitsberichte, Intentionale Reihe 94/5, 65 p.
- BONKOUNGOU (E. G.), 1987.  
Monographie du karité, *Butyrospermum paradoxum* (Gaertn. f.) Hepper, espèce agroforestière à usages multiples ». IRBET/C.N.R.S.T., Ouagadougou, 69 p.
- CSIRO, 1979.  
African Timbers - the properties, uses and characteristics of 700 species. D.B.R., Melbourne, Australia, 700 p.
- C.T.F.T. et BOPA/SCET-AGRI, 1988.  
Projet Inventaire des Ressources Ligneuses au Mali : rapport technique, première phase ; Inventaire des Formations Végétales. D.N.E.F., Bamako, Mali, 114 p.
- CROLE-REES (A.), 1992.  
Le coton au Mali : quelques éléments économiques concernant le contrat plan. Institut d'Économie Rurale, E.T.H.-Zentrum, Zürich, 120 p. + annexes.
- DAO (S. M.), 1989.  
Essai de culture en couloirs et suivi d'une parcelle traditionnelle. Mémoire de fin d'études. I.P.R.-Katibougou, 58 p.
- DELOLME (A.), 1947.  
Etude du karité à la station agricole de Ferkéssédougou. Oléagineux, n° 4.
- DE LOS RIOS IBARRA (E.), 1990.  
Identification des systèmes de transformation du Néré au Mali. Diplôme d'ingénieur en agronomie tropicale, C.N.E.A.-Montpellier, France.
- KAPP (G.), 1987.  
Agroforstliche Landnutzung in der Sahel-Sudan Zone. Welforum Verlag, 397 p.
- KATER (L.), KANTE (S.) and BUDELMAN (A.), 1992.  
Karite and Nere associated with crops in South-Mali. Agroforestry Systems 18, pp. 89-105.
- Von MAYDELL (H.J.), 1983.  
Arbres et arbustes du Sahel, Verlag Josef Margraf. G.T.Z., Eschborn, 531 p.
- PERQUIN (B.), 1992.  
La consommation alimentaire au Mali-Sud, rapport interne. D.R.S.P.R.-Sikasso, Mali.
- PICASSO (C.), 1984.  
Synthèse des résultats acquis en matière de recherche sur le karité au Burkina Faso, de 1950 à 1958. Rapport I.R.H.O..
- RAISON (J.-P.), 1988.  
Les parcs en Afrique. Centre d'études africaines. EHESS, 117 p.
- RUYSSEN (B.), 1957.  
Le karité au Soudan. Agron. Trop. 12, n° 2, pp. 144-172 et n° 3, pp. 279-306.
- SALLE (G.), BOUSSIM (J.), RAYNAL-ROQUES (A.) et BRUNCK (F.), 1991.  
Le karité, une richesse potentielle. Bois et Forêts des Tropiques, n° 228, pp. 11-23.
- SAUTTER (G.), 1968.  
Les structures agraires en Afrique tropicale. C.D.U., 261 p.





## R É S U M É

### LES PARCS À KARITÉ ET NÉRÉ AU SUD-MALI Analyse du bilan économique des arbres associés aux cultures

En Afrique de l'Ouest, où l'agriculture est caractérisée sur de très vastes étendues par une association étroite d'arbres de couverture et de cultures de rentes ou vivrières, la question des avantages et des inconvénients des arbres est largement discutée. La présente étude représente une contribution à la connaissance des apports des arbres, d'une part, et des pertes qu'ils causent aux cultures, d'autre part. Elle se base sur l'analyse de 22 exploitations agricoles réparties dans trois villages du sud du Mali. Les espèces considérées, le karité, *Vitellaria paradoxa* (Gaertn. f.) Hepper et le néré, *Parkia biglobosa* (Jacq.) Benth., fournissent une gamme étendue de biens et de services. L'étude envisage les apports et les pertes monnayables à partir d'une succession de modèles. Le bilan est très largement positif dans pratiquement toutes les exploitations, les meilleurs résultats étant obtenus dans les exploitations contenant une forte densité d'arbres, de nérés particulièrement.

**Mots-clés :** Savane. Agroforesterie. Analyse économique. Karité. Néré.

## A B S T R A C T

### SHEA TREE AND LOCUST BEAN TREE PARKLANDS IN SOUTHERN MALI Economic analysis of trees associated with crops

In West Africa, where agriculture is characterized over very vast areas by a close association of covering trees and cash or food crops, the question of the advantages and drawbacks of trees is much discussed. The present study represents a contribution to current knowledge regarding the yields of trees, on the one hand, and the losses they cause to crops, on the other. It is based upon the analysis of 22 farms distributed in three villages of southern Mali. The species considered, namely the shea tree, *Vitellaria paradoxa* (Gaertn. f.) Hepper and the locust bean tree, *Parkia biglobosa* (Jacq.) Benth., generate a wide range of goods and services. The study considers the commercial yields and losses based upon a succession of models. The assessment is quite positive in practically all the farms, the best results being obtained in farms containing a high density of trees, and in particular of locust bean trees.

**Key words :** Savannah. Agroforestry. Economic analysis. Shea tree. Locust bean tree.

## R E S U M E N

### LOS PARQUES DE KARITE Y NERE EN EL SUR DEL MALI Análisis del balance económico de los árboles combinados con los cultivos

En África del Oeste, región en que la agricultura se destaca por muy amplias extensiones y una estrecha combinación de los árboles de cubierta y de culturas de aprovechamiento o el cultivo de plantas comestibles, se ha puesto en tela de juicio el problema de las ventajas e inconvenientes que se derivan de la presencia de los árboles. El presente estudio representa una contribución para el conocimiento de las aportaciones positivas de los árboles, por un lado, y los perjuicios que causan a los cultivos, por otro lado. El estudio se funda en el análisis de 22 explotaciones agrícolas ubicadas en tres poblados del Sur del Mali. Las especies consideradas el Karité, *Vitellaria paradoxa* (Gaertn. f.) Hepper y el Neré, *Parkia biglobosa* (Jacq.) Benth., proporcionan una amplia gama de bienes y de servicios. El estudio enfoca las aportaciones y las pérdidas económicas tomando como punto de partida una sucesión de modelos. El balance resulta ampliamente positivo en, prácticamente, casi todas las explotaciones y los mejores resultados se han obtenido en las explotaciones que contienen una elevada densidad de árboles, y fundamentalmente de Neré.

**Palabras clave :** Sabana. Agroforestería. Análisis económico. Karité. Neré.

