

Jean-Louis DOUCET¹
Pierre-André NTCHANDI OTIMBO²
Armand-Ghislain BOUBADY²

¹ Laboratoire de foresterie tropicale
et subtropicale
Faculté universitaire
des sciences agronomiques
Passage des Déportés 2
5030 Gembloux
Belgique

² Institut de recherche
en écologie tropicale
Cenarest
BP 13.354
Libreville
Gabon

Comment assister la régénération naturelle de l'okoumé dans les concessions forestières ?

La régénération naturelle de l'okoumé, une essence commerciale qui occupe une place prépondérante dans l'économie forestière gabonaise, est rarement prise en compte dans l'aménagement des concessions. Une vision à plus long terme s'impose, elle se traduit ici par la mise au point d'une technique simple et peu coûteuse permettant de créer des peuplements à forte densité, essentiellement, dans un premier temps, en bordure du réseau routier.



Photo 1.

Les lisières de savane, un milieu de prédilection pour les jeunes okoumés.

Young okoume trees thrive in savannah edges.

Photo J.-L. Doucet.

RÉSUMÉ

COMMENT ASSISTER LA RÉGÉNÉRATION NATURELLE DE L'OKOUMÉ DANS LES CONCESSIONS FORESTIÈRES ?

Bien que l'économie forestière gabonaise reste largement tributaire de l'okoumé, *Aucoumea klaineana*, la problématique de la régénération naturelle de cette espèce n'est que rarement prise en compte dans l'aménagement des concessions forestières. Cela est d'autant plus préoccupant que diverses études réalisées à travers le pays mettent en exergue une déficience de sa régénération dans les forêts matures. À titre expérimental, une étude à plus long terme a été entreprise dans une société forestière. Elle a consisté en deux étapes. La première a tenté de définir les conditions propices à l'installation et au développement de peuplements quasi monospécifiques en bordure des routes et bretelles d'exploitation. La seconde a voulu reproduire ces conditions par la réalisation d'essais sylvicoles visant à stimuler la régénération naturelle de l'okoumé. Les densités moyennes obtenues par hectare étaient de 3 800 pieds après cinq mois, tandis qu'après 17 mois elles se maintenaient à 2 500. Les okoumés dominants ont eu une croissance annuelle moyenne supérieure à 2 m. Le plus grand concurrent de l'okoumé est *Macaranga monandra*, espèce héliophile peu longévive, environ deux fois plus abondante et dont la vitesse de croissance est légèrement supérieure. Les autres espèces sont des concurrents beaucoup plus marginaux pour l'okoumé, en raison soit d'une densité plus faible, soit d'une croissance moindre. Bien que les résultats soient très encourageants et que la technique préconisée soit relativement simple et peu onéreuse, un suivi à plus long terme se justifie avant d'envisager une utilisation de la méthode à une plus grande échelle.

Mots-clés : okoumé, régénération, croissance, essai sylvicole, aménagement, impact de l'exploitation.

ABSTRACT

ASSISTING NATURAL REGENERATION OF OKOUME POPULATIONS IN LOGGING CONCESSIONS?

Although Gabon's forest economy is largely dependent on okoume timber (*Aucoumea klaineana*), natural regeneration of the species is rarely taken into consideration in the management of logging concessions. This is particularly worrying as different studies conducted in the country have stressed the fact that Okoume regeneration is deficient in mature stands. A longer-term experimental study has now been launched by a logging company. In the first of its two stages, attempts were made to define favourable conditions for the establishment and growth of virtually single-species stands along roads and logging tracks. The second stage involves reproducing these conditions through sylvicultural trials aiming to stimulate natural regeneration among okoume trees. Average densities obtained were 3800 stems per hectare after five months, stabilising to 2500 stems after 17 months, with an average annual growth of 2m among dominant okoume trees. The main competitor is the *Macaranga monandra*, a shorter-lived light demanding species which is about twice as abundant and grows slightly faster. Other species are only marginally competitive, because of their lower density or slower growth rates. Although these results are highly encouraging and the recommended techniques are cheap and relatively simple, longer-term follow-up studies are recommended before the method is considered for large-scale use.

Keywords: okoume, regeneration, growth, sylvicultural trial, management, logging impact.

RESUMEN

¿CÓMO CONTRIBUIR A LA REGENERACIÓN NATURAL DEL OKUMÉ EN LAS CONCESIONES FORESTALES?

Aunque la economía forestal gabonesa sigue dependiendo en gran medida del okoumé, *Aucoumea klaineana*, los problemas de la regeneración natural de esta especie no se suelen tener en cuenta en el manejo de concesiones forestales. Esto es aún más preocupante si se considera que diferentes estudios llevados a cabo por todo el país subrayan una deficiencia de su regeneración en los bosques maduros. Se emprendió un estudio, con carácter experimental y a más largo plazo, en una sociedad forestal. El estudio tenía dos etapas: la primera intentó definir las condiciones propicias para el establecimiento y desarrollo de rodales casi monoespecíficos al borde de carreteras y caminos de explotación, la segunda, intentó reproducir estas condiciones mediante la creación de ensayos silvícolas destinados a estimular la regeneración natural del okoumé. La densidad media obtenida por hectárea era de 3 800 pies a los cinco meses, mientras que, después de 17 meses, se mantenía en 2 500. Los okoumés dominantes tuvieron un crecimiento anual promedio superior a 2 m. El mayor competidor del okoumé es *Macaranga monandra*, especie heliófila poco longeva, aproximadamente dos veces más abundante y con una velocidad de crecimiento ligeramente superior. Las demás especies son competidores mucho más marginales para el okoumé, debido a una densidad más baja o a un crecimiento menor. Aunque los resultados sean muy alentadores, y que la técnica recomendada sea relativamente simple y poco costosa, convendría efectuar un seguimiento a más largo plazo antes de considerar la utilización del método a mayor escala.

Palabras clave: okoumé, regeneración, crecimiento, ensayo silvícola, manejo, impacto de la explotación.

Une problématique cruciale : la gestion à long terme des populations des essences commerciales

Depuis quelques années, plusieurs pays d'Afrique centrale ont entamé une profonde révision de leur politique forestière. Le Gabon, par l'adoption récente d'une nouvelle législation et par la création d'un réseau de parcs nationaux, est incontestablement une figure de proue de cette évolution. La plupart des grands opérateurs économiques s'y sont adaptés et semblent résolument opter pour une gestion forestière plus durable. Concrétisation de cette dernière, de plus en plus de plans d'aménagement forestier voient le jour.

Bien qu'intégrant certains aspects socio-environnementaux, ces plans d'aménagement reposent essentiellement sur les résultats d'inventaires des végétaux ligneux. Ceux-ci permettent de définir les structures des populations des essences commerciales et d'en déduire, notamment, une rotation compatible avec un second passage de l'exploitation forestière.

Du fait de l'absence de prise en compte de la régénération des essences commerciales, la « durabilité » est malheureusement généralement réduite à une seule rotation, soit une trentaine d'années. Cela est d'autant plus préoccupant que l'économie forestière gabonaise demeure essentiellement tributaire d'une seule essence, l'okoumé (*Aucoumea klaineana*).

Avec l'appui logistique d'une société forestière, une vision à plus long terme a été testée dans deux unités forestières d'aménagement (Ufa)¹.

¹ Grâce à un financement de la Coopération néerlandaise, le Wwf et la Faculté universitaire des sciences agronomiques de Gembloux (Belgique) ont mis en œuvre un projet pilote de recherche appliquée et d'assistance technique aux exploitants forestiers d'Afrique centrale. Ce projet, lancé en 1998, avait pour objectif de mettre au point des techniques pragmatiques d'intervention dans divers domaines : gestion de la dynamique des peuplements des essences commerciales, inventaire et maintien de la biodiversité, formation aux techniques d'exploitation à faible impact, délimitation des terroirs villageois, développement rural intégré, sensibilisation, etc.

Avec l'appui logistique d'une société forestière gabonaise, la Shm (Société de la Haute Mondah), diverses techniques ont pu être testées *in situ* dans deux unités forestières d'aménagement (Ufa). Les coordonnées géographiques approximatives de celles-ci sont, pour l'Ufa de Mboumi, S 0° 15' – 0° 45', E 10° 40' – 11° 15' et, pour l'Ufa de Biliba, N 0° 05' – 1° 00', E 11° 50' – 12° 15'.



Photo 2.

Les bords de route constituent un milieu de prédilection pour la régénération des espèces héliophiles.

Light-loving species regenerate rapidly along roadsides.

Photo J.-L. Doucet.

**Photo 3.**

Bien que des jeunes okoumés puissent s'installer par places en bord de route, cette régénération est souvent détruite lors des entretiens réguliers.

Clumps of okoume saplings flourish along roadsides, but these regenerating stands are often destroyed by regular maintenance operations.

Photo J.-L. Doucet.

À l'instar des autres sociétés gabonaises, l'entreprise partenaire exploitait une gamme d'une vingtaine d'essences, parmi lesquelles l'okoumé occupait une place prépondérante. Par la réalisation de diagnostics portant sur les structures des populations de ces essences et par l'étude plus fine de leurs mécanismes de régénération (CORDIEZ, 2000 ; HENROTTAY, 2000 ; GILLET, 2002 ; GOBERT, 2002), il est apparu que plusieurs espèces exploitées éprouvaient des problèmes de régénération. L'okoumé figurait parmi les espèces concernées.

L'okoumé est connu comme étant une espèce héliophile et grégaire, ce qui explique qu'il s'installe sur tous les terrains ouverts. Il essaime dans les plantations de manioc et prolifère à la lisière des savanes (photo 1). Par contre, la régénération des okoumés en forêt est ralentie par :

- l'irrégularité des fructifications abondantes ;
- la courte longévité des graines ;
- la nécessité pour celles-ci de tomber sur un sol découvert afin que les semis puissent se développer ;
- le caractère héliophile extrême des jeunes arbres ;
- la concurrence exercée par les autres végétaux héliophiles (LEROY DEVAL, 1976 ; GILBERT, 1984 ; BRUNCK *et al.*, 1990).

Ces constatations expliquent également le comportement grégaire de l'okoumé, les ouvertures du couvert étant limitées spatialement. LEROY DEVAL (1973) a, par ailleurs, montré l'existence d'anastomoses racinaires entre okoumés de strates de végétation différentes. Cela permettrait aux individus les plus faibles de subsister grâce au flux de substances nutritives provenant des arbres les plus vigoureux de la strate

supérieure. Ces échanges ne seraient pas à sens unique puisque le dominant bénéficierait d'une extension de la rhizosphère. L'ensemble ainsi formé serait une véritable unité biologique.

En conséquence, l'exploitation forestière en forêt dense humide, dépourvue de zones agricoles et de savanes, provoquerait une régénération de l'espèce restant découvertes suffisamment longtemps, soit le long des principaux axes d'évacuation du bois (photos 2 et 3) ainsi que dans les parcs à grumes abandonnés (BRUNCK *et al.*, 1990).

Dans le contexte des Ufa étudiées, GOBERT (2002), en effectuant des relevés dans les trouées d'exploitation, n'a obtenu qu'une densité moyenne de 7,4 plantules d'okoumé par hectare. Diverses études (DOUCET, 1996 ; DESMET, 1999 ; GOBERT, 2002) réalisées dans différentes forêts gabonaises attestent également soit l'absence de régénération des espèces commerciales héliophiles – okoumé, izombé (*Testulea gabonensis*), movingui (*Distemonanthus benthamianus*), bilinga (*Nauclea diderrichii*) –, soit la non-persistance de leurs semis dans les trouées d'exploitation (photos 4, 5 et 6).

En revanche, une régénération en bordure de route semble pouvoir être confirmée par l'observation de peuplements quasi purs d'okoumés le long de certaines bretelles d'exploitation dans les Ufa étudiées. L'ouverture de ces routes et bretelles remontant à une trentaine d'années, l'hypothèse a été émise que l'okoumé se serait régénéré par places lors de la première exploitation forestière. La concentration le long de certaines bretelles pourrait s'expliquer par une ouverture de celles-ci lors de la fructification de l'okoumé.

État de la population d'okoumés, croissance et conditions de régénération

Afin d'examiner cette hypothèse, 8 parcelles totalisant 6,6 ha ont été installées en bordure immédiate d'une bretelle caractérisée par l'abondance de l'okoumé. Toutes les tiges d'au moins 30 cm de circonférence ont été identifiées, mesurées et localisées. Par ailleurs, les pieds des espèces commerciales ont reçu un coefficient reflétant leur potentiel de valorisation (déroulage, sciage, aucun) ainsi que leur état sanitaire (présence ou absence de chancre ou de pourriture). Deux parcelles, d'un hectare chacune, ont ensuite été installées en parcelles permanentes et ont fait l'objet d'un suivi annuel de croissance.

Par parcelle, la densité moyenne obtenue était de 473 pieds par hectare pour une surface terrière moyenne de 28,8 m². Une moyenne de 89 individus d'okoumé par hectare, avec de fortes variations entre parcelles (de 16 à 233 pieds par hectare), a été observée. Le tableau I indique les vingt espèces les plus abondantes dans les parcelles étudiées.

La représentativité des différentes espèces varie en fonction des distances par rapport à la route. Ainsi, les plus héliophiles affichent des densités décroissantes en fonction de distances croissantes (tableau II). C'est le cas de *Aucoumea klaineana*, *Maprounea membranacea*, *Cleistopholis glauca*, *Nauclea diderrichii*, *Psychotria venosa*; la situation inverse prévaut pour des espèces moins héliophiles : *Santiria trimera*, *Conceiveba macrostachys*, etc.

La présence des peuplements d'okoumé semble donc être intimement liée à la proximité des routes, les densités devenant beaucoup plus faibles au-delà de 30 m.



Photo 4.

L'azobé, *Lophira alata*, peut, à l'instar de l'okoumé, se régénérer localement en bord de route.

Like the okoume, the azobé (Lophira alata) will regenerate locally along roadsides.

Photo J.-L. Doucet.

Tableau I.

Les 20 espèces les plus abondantes dans les parcelles installées en bordure de route (circonférence ≥ 30 cm).

Rang	Espèce	Nom pilote	Densité absolue (tiges/ha)	Densité relative (%)
1	<i>Aucoumea klaineana</i>	Okoumé	89,1	18,8
2	<i>Conceiveba macrostachys</i>	Conceiveba	58,8	12,4
3	<i>Santiria trimera</i>	Ebo	49,4	10,4
4	<i>Augouardia letestui</i>	Augouardia	20,2	4,3
5	<i>Maprounea membranacea</i>	Nsa	14,3	3,0
6	<i>Dialium angolense</i> et/ou <i>D. polyanthum</i>	Omvong	10,2	2,2
7	<i>Heisteria trillesiana</i>	Passa	9,3	2,0
8	<i>Cleistopholis glauca</i>	Ovok	9,1	1,9
9	<i>Nauclea diderrichii</i>	Bilinga	8,7	1,8
10	<i>Xylopia aethiopica</i>	Okala	7,0	1,5
11	<i>Dacryodes buettneri</i>	Ozigo	6,8	1,4
12	<i>Strombosiopsis tetrandra</i>	Egipt	6,7	1,4
13	<i>Plagiostyles africana</i>	Essoula	6,4	1,3
14	<i>Coula edulis</i>	Coula	5,9	1,3
15	<i>Diogoa zenkeri</i>	Ekoba	5,5	1,2
16	<i>Dacryodes normandii</i>	Ossabel	5,3	1,1
17	<i>Psychotria venosa</i>	Medzime koghé	5,3	1,1
18	<i>Staudtia gabonensis</i>	Niové	4,4	0,9
19	<i>Dacryodes klaineana</i>	Adjouaba	4,3	0,9
20	<i>Strombosia cf. zenkeri</i>	Edzip	4,1	0,9

Tableau II.
Évolution des densités des espèces les plus importantes dans les parcelles en fonction de distances croissantes par rapport à la route (circonférence ≥ 30 cm).

Espèce	Densité relative (%) des espèces par classe de distance				
	0-9 m	10-19 m	20-29 m	30-39 m	40 m et +
<i>Aucoumea klaineana</i>	32,5	37,3	20,0	3,1	1,9
<i>Conceveba macrostachys</i>	5,4	7,6	11,5	18,0	18,9
<i>Santiria trimera</i>	4,9	5,6	10,8	15,7	14,7
<i>Augouardia letestui</i>	2,6	3,0	4,1	5,5	5,9
<i>Maprounea membranacea</i>	8,0	3,4	2,1	2,3	0,2
<i>Dialium angolense</i> et/ou <i>D. polyanthum</i>	0,7	1,1	1,3	2,6	4,8
<i>Heisteria trillesiana</i>	0,6	1,4	2,5	2,2	3,0
<i>Cleistopholis glauca</i>	3,2	4,0	1,8	0,8	0,0
<i>Nauclea diderrichii</i>	4,7	4,0	0,6	0,2	0,2
<i>Xylopia aethiopica</i>	2,4	2,1	2,1	0,5	0,3
<i>Dacryodes buettneri</i>	1,7	1,4	1,2	2,0	1,1
<i>Strombosiopsis tetrandra</i>	0,9	0,5	1,6	2,5	1,6
<i>Plagiostyles africana</i>	0,6	0,9	2,1	1,5	1,6
<i>Coula edulis</i>	0,4	0,9	2,2	1,0	1,6
<i>Diogoia zenkeri</i>	0,7	0,3	0,9	1,7	2,2
<i>Dacryodes normandii</i>	1,3	0,5	1,3	1,8	0,8
<i>Psychotria venosa</i>	2,6	1,7	1,2	0,3	0,0
<i>Staudtia gabonensis</i>	0,7	1,1	0,9	0,8	1,1
<i>Dacryodes klaineana</i>	0,2	0,9	0,7	0,8	1,7
<i>Strombosia cf. zenkeri</i>	0,7	0,0	0,6	1,8	1,3
<i>Dialium guineense</i>	0,4	0,3	1,0	1,2	1,3
<i>Oncoba glauca</i>	2,4	1,7	0,0	0,3	0,0
<i>Barteria sp.</i>	1,7	0,6	0,6	0,7	0,3
<i>Pentaclethra eetveldeana</i>	0,6	0,6	0,9	0,3	1,3
<i>Staudtia kamerunensis</i>	0,0	0,0	0,7	1,2	1,7
<i>Baphia buettneri</i>	0,0	0,2	0,4	0,7	2,2
<i>Neochevalierodendron stephanii</i>	0,4	1,4	0,0	0,5	1,3
<i>Strombosia pustulata</i>	0,0	0,6	1,3	1,0	0,5
<i>Desbordesia glaucescens</i>	0,9	0,3	0,7	0,7	0,8
<i>Diospyros cinnabarina</i>	0,2	0,3	0,6	0,7	1,4
Autres espèces	18,7	16,5	24,3	27,6	26,7
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Les okoumés observés ont vraisemblablement connu une croissance très rapide, comme en témoigne la structure de la population (figure 1), 26 % de celle-ci dépassant les 40 cm de diamètre après 30 ans. L'allure décroissante de la courbe pourrait s'expliquer, en vertu des observations de LEROY DEVAL (1973), par l'existence des anastomoses racinaires grâce auxquelles les dominants maintiennent en vie les dominés.

L'accroissement diamétrique annuel moyen des okoumés, après deux années de suivi, paraît plutôt élevé, essentiellement pour les tiges dominantes (tableau III). L'accroissement atteint 0,9 cm pour les diamètres compris entre 10 et 49,9 cm, alors qu'il dépasse 1,6 cm pour les pieds dominants de plus de 50 cm.

Par ailleurs, l'examen de la conformation et de l'état sanitaire des tiges met en relief l'intérêt commercial des peuplements étudiés (tableau IV). Plus de 22 % des individus présentent une aptitude au déroulage (photo 7).

L'ensemble de ces observations plaide en faveur de l'hypothèse émise et met en évidence l'intérêt sylvicole des peuplements installés, suite à la mise en lumière des routes. Dans une optique d'enrichissement des zones appauvries en okoumés, après des passages successifs en exploitation, un dispositif d'essais de régénération naturelle a été testé. Il s'inspire directement des observations précédemment énoncées.

Tableau III.
Croissance annuelle moyenne des okoumés dans deux parcelles permanentes d'un hectare après deux années d'observations (classes de diamètre 1 et 2 = 10 à 29,9 cm ; 3 et 4 = 30 à 49,9 cm ; 5 et 6 = 50 à 69,9 cm ; > 6 = > 69,9 cm).

Accroissement annuel moyen (cm)				Écart-type				Nombre d'observations				
1 et 2	3 et 4	5 et 6	> 6	1 et 2	3 et 4	5 et 6	> 6	1 et 2	3 et 4	5 et 6	> 6	Total
0,26	0,90	1,66	2,05	0,32	0,50	0,49	0,73	101	58	9	8	176

Essais d'enrichissement

Méthode

Le dispositif développé s'articule autour de la nécessité de répondre aux impératifs suivants, lesquels rejoignent les observations de BRUNCK *et al.* (1990) :

- une intervention réalisée au moment de la fructification ;
- un pied femelle s'apprêtant à fructifier abondamment ;
- une tige bien conformée pour des raisons génétiques ;
- un sol bien drainé, dépourvu d'une végétation arbustive et herbacée exubérante ;
- une pente pas trop élevée pour éviter l'érosion.

Pour des raisons de maintien de la biodiversité, les zones identifiées doivent de préférence avoir déjà été exploitées, se situer à proximité des voies d'évacuation ou, de toute façon, ne pas se trouver dans des formations d'intérêt écologique majeur.

Afin de préconiser une méthode d'intervention la plus simple possible, à la portée des exploitants peu dotés en matériel d'exploitation, le dispositif suivant a été développé.

Tableau IV.

Conformation et état des okoumés dans les parcelles étudiées à Mboumi.

Attaque par le chancre	Absence			Présence		
	Déroutage	Sciage	Aucune	Déroutage	Sciage	Aucune
Pourcentage	22,5	22,0	48,6	2,7	1,0	3,1

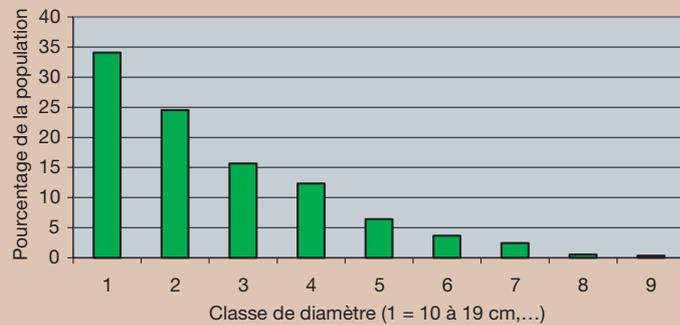


Figure 1.

Répartition de la population d'okoumés dans les parcelles d'étude.
Distribution of the okoume population in the study plots.



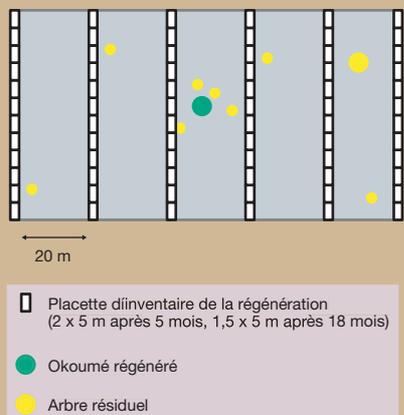
Photo 5.

Le movingui se régénère exclusivement dans les milieux ouverts.
Movingui populations will only regenerate in an open environment.
Photo J.-L. Doucet.

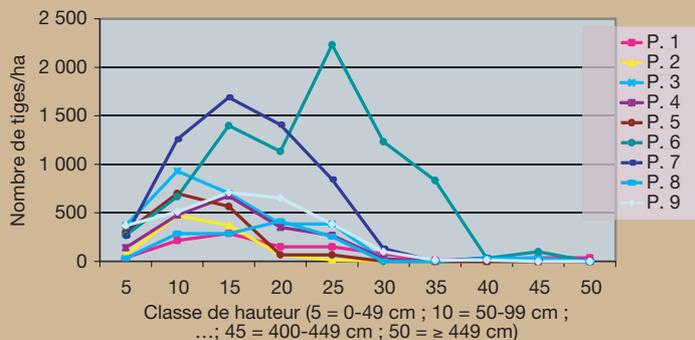
Photo 6.

Des espèces semi-héliophiles, tel l'ovengkol (*Guibourtia ehie*), profitent aussi du surplus de lumière créé par l'ouverture des routes pour amplifier leur croissance.
Semi shade-loving species, like these ovangkol trees (Guibourtia ehie), also benefit from the additional light entering stands when roads are opened up.
Photo J.-L. Doucet.

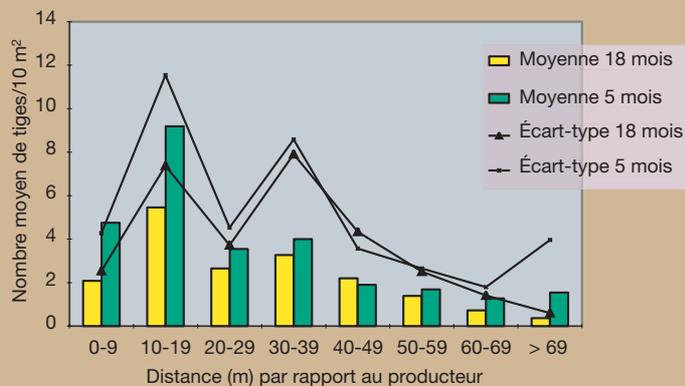


**Figure 2.**

Dispositif de suivi de la régénération naturelle dans les parcelles d'essais.
Monitoring system for natural regeneration in trial plots.

**Figure 3.**

Comparaison des densités d'okoumés (ramenées à l'hectare) dans les parcelles, 18 mois après l'intervention.
Comparison of okoume density (per hectare) in trial plots after 18 months.

**Figure 4.**

Comparaison des densités moyennes en okoumés, par placette de 10 m², en fonction de l'éloignement du producteur.
Comparison of average okoume density per 10 m², according to distance from parent tree.

Dans les zones identifiées, le sous-bois a été détruit à la machette (photo 8). Les arbres et arbustes, ne pouvant être coupés selon cette modalité, ont été abattus à la tronçonneuse et laissés sur place. Seules sont abattues les espèces non commercialisables. Les arbres risquant d'endommager, lors de la chute, l'okoumé à régénérer sont également conservés. Enfin, il est souhaitable de maintenir quelques tiges entourant l'okoumé afin d'éviter le développement de branches latérales.

Pour des raisons de coût, une seule intervention est envisagée et aucun dégagement ultérieur n'est planifié.

Neuf parcelles d'essais, totalisant 5,4 ha, ont été implantées dans l'Ufa de Mboumi, au sud de Ndjolé. Chacune d'elles renferme un seul okoumé sur le point de fructifier abondamment. L'importance de la fructification du pied

à régénérer a été déterminée par l'observation de la couverture de la cime par les fruits. Le taux de couverture a varié de 30 à 80 % selon les parcelles. Le diamètre des okoumés fructifiant était compris entre 63 et 136 cm.

Dans une optique expérimentale et en fonction de la topographie des lieux, les neuf parcelles avaient des superficies variables, de 0,32 à 0,90 ha (sans tenir compte de la superficie dégagée par la proximité des routes). Les arbres, marqués pour l'abattage, d'au moins 10 cm de diamètre, ont été identifiés et mesurés afin de prendre en compte les éventuelles influences du peuplement originel. Les dispositifs ont été implantés en janvier et février 2000.

Six mois et dix-huit mois après l'intervention, une évaluation de la régénération a été effectuée par un inventaire systématique des semis

et rejets de souches. Cet inventaire, réalisé par bandes divisées en placettes, prenait en compte toutes les tiges des ligneux susceptibles de dépasser 10 cm de diamètre à l'âge adulte. La figure 2 illustre ce dispositif.

Lors de l'inventaire effectué après 6 mois, le taux de sondage était de 12 %, avec des placettes de 10 m² dans lesquelles toutes les tiges ligneuses atteignant 10 cm de hauteur ont été comptabilisées. Lors de l'inventaire réalisé après 18 mois, le taux de sondage était de 9 %, avec des placettes de 7,5 m² au sein desquelles tous les ligneux de plus de 50 cm étaient considérés, de même que tous les okoumés de plus de 10 cm. D'autres paramètres étaient notés : dominance de certaines lianes, arbustes ou herbacées et abondance de bois morts.

Résultats

Densités

Six mois après l'intervention (photo 9), l'okoumé affiche une densité moyenne de 0,38 semis par mètre carré, la densité variant de 1 418 à 11 225 semis par hectare selon la parcelle (coefficient de variation $V = 65\%$). Un an plus tard, il est présent à une densité moyenne de 0,25 pied par mètre carré, avec toujours d'assez fortes variations entre parcelles ($V = 70\%$), les densités par hectare évoluant de 1 030 à 7 966.

L'hétérogénéité en termes d'abondance se répercute également sur la structure des populations (figure 3). Deux parcelles se singularisent par des densités et des hauteurs moyennes plus élevées. Ainsi, dans la parcelle la plus favorable (P 6), la hauteur moyenne des jeunes okoumés après 18 mois est de 2,02 m.

Cinq mois après l'intervention, les densités les plus élevées étaient observables de 10 à 19 m du pied producteur (figure 4). Une année après, la courbe de répartition s'est aplanie, laissant présager à terme une uniformisation des densités pour des distances comprises entre 0 et 50 m.

En termes d'orientation de dispersion, le secteur est semble privilégié (test χ^2 , $p < 0,01$), vraisemblablement suite à la présence de vents dominants lors de l'émission des diaspores.

Tableau V.

Densité relative et croissance annuelle moyenne des espèces les mieux représentées dans les essais de régénération.

Espèce	Densité relative (%) après 18 mois	Densité relative (%) après 5 mois	Croissance moyenne des dominants (cm)	Nombre de tiges suivies pour la croissance
<i>Macaranga monandra</i>	15,59	14,36	218	841
<i>Aucoumea klaineana</i>	8,24	8,69	209	84
<i>Conceiveba macrostachys</i>	5,76	6,95	76	17
<i>Macaranga barteri</i>	5,17	5,68	221	281
<i>Psychotria cf. venosa</i>	4,76	1,26	203	22
<i>Discoglypremna caloneura</i>	3,62	4,45	215	147
<i>Maprounea membranacea</i>	3,45	3,69	185	60
<i>Cleistopholis glauca</i>	3,00	2,48	202	80
<i>Dialium angolense</i> et/ou <i>D. polyanthum</i>	2,46	2,63	67	20
<i>Santiria trimera</i>	2,39	3,76	75	52
<i>Scaphopetalum blackii</i>	2,34	2,54	35	29
<i>Pauridiantha cf. floribunda</i>	1,68	0,56	175	22
<i>Diogoia zenkeri</i>	1,18	1,52	13	39
<i>Garcinia smeathmannii</i>	0,93	2,38	11	16
<i>Rauvolfia vomitoria</i>	0,73	1,64	55	60
<i>Musanga cecropioides</i>	0,62	1,07	162	60
<i>Harungana madagascariensis</i>	0,40	0,43	210	10
<i>Maesopsis eminii</i>	0,36	0,30	290	27

Photo 7.

Jeune peuplement d'okoumés.

A young okoume stand.

Photo J.-L. Doucet.

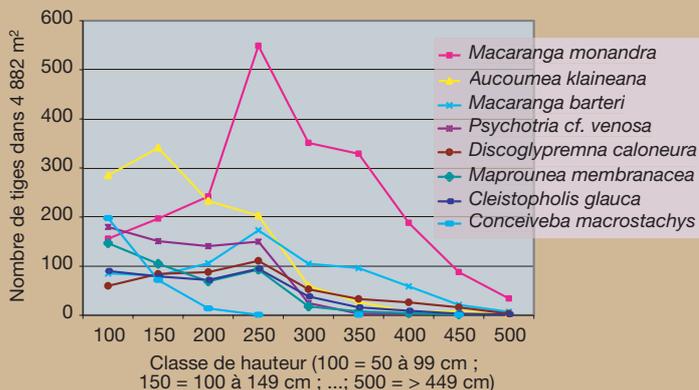
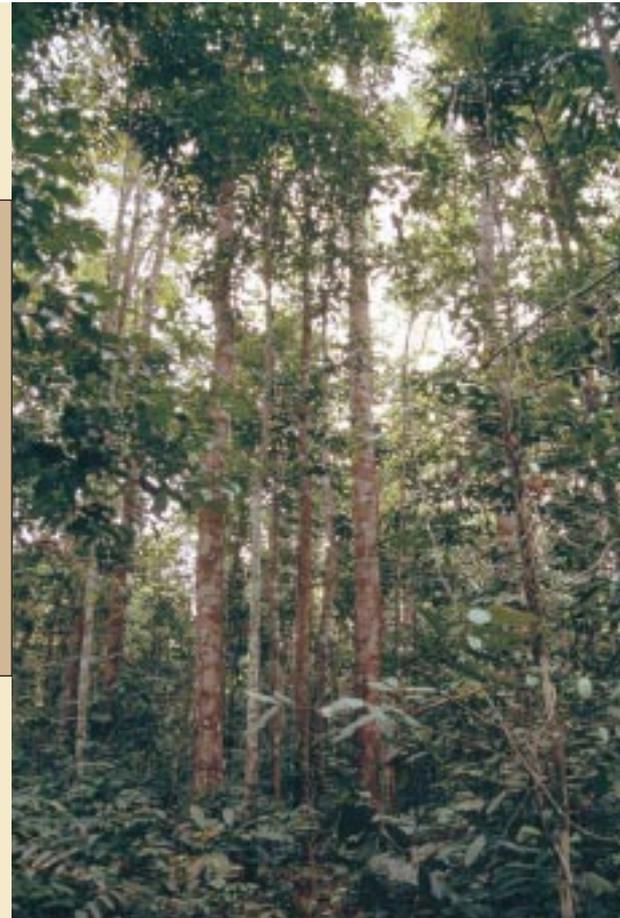
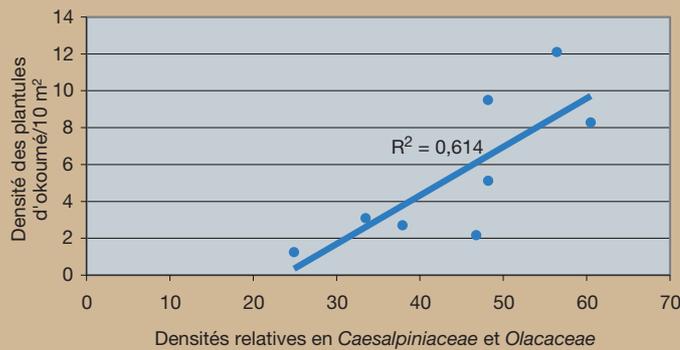


Figure 5.

Comparaison des structures des populations des brins de semis pour les espèces les plus abondantes, 18 mois après l'intervention.

Comparison of the structure of seeded populations of the most abundant species, after 18 months.



**Figure 6.**

Relation entre la densité de plantules d'okoumé (dans les placettes à moins de 40 m du producteur) et l'abondance des Caesalpinaceae et Olacaceae avant l'intervention.

Ratio between the density of okoume seedlings (in sample plots less than 40 m from the parent tree) and abundance of Caesalpinaceae and Olacaceae before the trial began.

**Photo 8.**

Destruction du sous-bois à la machette dans une parcelle d'essais.
Clearing undergrowth with machetes in a trial plot.
Photo J.-L. Doucet.

Compétition interspécifique

Concernant l'abondance relative (tableau V), l'okoumé est en seconde position, son principal concurrent étant une espèce héliophile peu longévive, *Macaranga monandra* (photo 10). L'évolution annuelle des densités témoigne d'un renforcement de la présence relative de cette espèce, au léger détriment de l'okoumé, lequel se maintient bien, en termes de densité, par rapport aux autres espèces potentiellement concurrentes.

La dominance de *Macaranga monandra* se reflète aussi dans les structures des populations (figure 5). Cette espèce semble effectivement plus apte que l'okoumé à acquérir rapidement de grandes dimensions.

La croissance annuelle moyenne a été calculée pour les individus dont la hauteur, cinq mois après l'intervention, était comprise entre 50 et 99 cm, soit les dominants de l'époque. La croissance moyenne des okoumés a atteint 209 cm.

Par rapport aux autres espèces (tableau V), en termes de croissance, l'okoumé se situe en sixième position, derrière *Maesopsis eminii*, 290 cm (photo 12), *Macaranga barteri*, 221 cm, *Macaranga monandra*, 218 cm, *Discoglyprena caloneura*, 215 cm, et *Harungana madagascariensis*, 210 cm. Par conséquent, à l'exception de *Maesopsis eminii*, dont la croissance est nettement supérieure, les cinq autres essences ont des valeurs moyennes assez semblables. *Maesopsis eminii* n'est toutefois présente qu'à une densité moyenne de 0,01 pied par mètre carré, soit 25 fois moins que l'okoumé.

Cette vitesse de croissance élevée pour les okoumés dominants, combinée avec une densité relative importante, semble témoigner d'un assez bon pouvoir concurrentiel par rapport aux autres espèces (photo 12).

Conditions optimales de régénération

Afin d'expliquer les différences de densités obtenues entre les parcelles d'essais et d'en déduire les conditions optimales de régénération, diverses corrélations entre les densités et les facteurs du milieu ont été testées.

Aucune relation entre la densité de plantules et l'importance de la fructification ou le diamètre de l'okoumé fertile n'a pu être mise en évidence. En revanche, une relation significative ($R = 0,78$; $p < 0,05$) apparaît entre cette même densité et la composition botanique du peuplement avant l'intervention (figure 6). En effet, les parcelles affichant les meilleurs résultats sont celles dont les densités initiales en *Caesalpinaceae* et *Olacaceae* étaient les plus élevées. Ces deux familles étant essentiellement représentées dans les vieilles forêts, on peut en déduire que les chances de succès sont probablement plus élevées dans les vieilles forêts secondaires et les forêts matures que dans les jeunes forêts secondaires.

Vers une méthode de régénération pragmatique ?

Les premiers résultats sont assez encourageants. Les okoumés connaissent une croissance importante et la concurrence exercée par les autres espèces semble supportable car provenant d'espèces peu longévives, telles les *Macaranga* spp.

La croissance des jeunes plants d'okoumé est équivalente à celle obtenue dans les plantations ; elle dépasse les deux mètres par an pour les dominants (KOU MBA ZAOU *et al.*, 1998), ce qui semble témoigner d'un bon pouvoir concurrentiel de l'okoumé par rapport aux autres essences. Toutefois, un suivi à plus long terme se justifie, afin de statuer définitivement sur ce point.

Par ailleurs, le suivi de la croissance de peuplements âgés d'une trentaine d'années témoigne du maintien d'une vitesse de croissance élevée pour les dominants.

La méthode testée s'avère aussi intéressante en termes de coûts. En effet, les densités de semis obtenues à partir d'un seul producteur par parcelle sont élevées. Six mois après l'intervention, la densité moyenne est de 3 800 plantules par hectare et elle dépasse, dans les parcelles les plus favorables, les 11 000 semis. Dans les peuplements monospécifiques des savanes côtières, FUHR *et al.* (1998) notent des densités de semis de 15 000 à 35 000 par hectare, tandis que, dans des anciennes plantations, DE KAM *et al.* (1996) obtiennent 6 000 semis par hectare. Toutefois, dans ces anciennes plantations ou colonisations de savanes, les densités en semenciers potentiels étaient environ 50 fois supérieures !

Le suivi de l'évolution annuelle des densités par rapport à l'éloignement du pied producteur montre une certaine uniformisation pour des distances de moins de 50 m. Cela confirme l'hypothèse de JANZEN (1970), selon laquelle la mortalité est



Photo 9.

Okoumé âgé de 6 mois dans une parcelle d'essais.

A 6 month-old okoume growing in a trial plot.

Photo J.-L. Doucet.



Photo 10.

Macaranga monandra, la principale concurrente de l'okoumé dans les parcelles d'essais.

Macaranga monandra, the main species competing with okoume in the trial plots.

Photo J.-L. Doucet.

**Photo 11.**

Maesopsis eminii, l'espèce dont la croissance annuelle en hauteur est la plus élevée (290 cm).
Maesopsis eminii, the fastest-growing species (290 cm in height per year).

Photo J.-L. Doucet.

**Photo 12.**

Okoumés dans une parcelle d'essais, 18 mois après l'intervention.
Okoume trees in a trial plot after 18 months.

Photo J.-L. Doucet.

**Photo 13.**

Une intervention après la localisation des taches de semis semble se justifier étant donné la variabilité des résultats obtenus.

Stimulating regeneration after locating seeded areas seems justified, given the variability of the results obtained.

Photo J.-L. Doucet.

**Photo 14.**

La gestion durable des populations d'okoumés passe par la prise en compte de sa régénération.

Sustainable management of okoume populations has to take regeneration into account.

Photo J.-L. Doucet.

plus importante là où les densités sont les plus élevées, soit entre 10 et 19 m du pied mère. Au-delà de 50 m, les densités deviennent beaucoup plus faibles. La distance maximale d'intervention déterminable sur cette base serait donc de 50 m par rapport au producteur. En considérant des parcelles circulaires, centrées sur le producteur, la taille optimale des zones d'intervention serait de 0,8 ha par producteur.

Cela doit toutefois être nuancé par l'existence d'un secteur de dispersion préférentiel lié aux vents

dominants, l'est dans le cas présent. La superficie optimale d'intervention autour d'un semencier serait donc, vraisemblablement, d'environ 0,6 ha.

L'explication relative aux résultats moins favorables obtenus dans les jeunes forêts secondaires demeure énigmatique, bien que les observations de terrain (non quantifiées) semblent témoigner d'une plus grande prédation quant aux graines. Une densité plus élevée de certains rongeurs de la famille des *Muridae* dans de tels milieux (CORNELIS, 1995) pourrait peut-être l'expliquer.

Étant donné cette variabilité des résultats en fonction de la nature de la formation végétale, une intervention en deux étapes semble se justifier. La première consisterait à défricher le sous-bois autour d'un producteur dans une zone favorable. Si des taches de semis se développent dans les parcelles ainsi délimitées (photo 13), la seconde étape viserait à abattre les essences non commerciales afin de permettre le bon développement des plantules.

Considérant l'impact environnemental assez important de cette technique, elle ne se justifie que dans les

Références bibliographiques

forêts dotées de peu de tiges d'avenir. Cela ne peut être mis en évidence qu'après l'analyse des résultats des inventaires d'aménagement. Il est également souhaitable de ne pas y avoir recours dans les zones d'intérêt écologique majeur. En revanche, son application en bordure du réseau routier ou lors de l'exploitation en période de fructification semble pleinement se justifier.

La technique viserait donc à créer des peuplements à forte densité en okoumé, essentiellement en bordure du réseau routier, lequel devrait être pérennisé lors de l'aménagement durable. Les superficies considérées seraient, en conséquence, assez réduites et les interventions se limiteraient aux périodes de fructification.

Se fondant sur l'utilisation maximale de la main-d'œuvre, les coûts de revient sont plutôt faibles. En effet, la préparation d'une parcelle de 0,6 ha demande, en moyenne, 7 hommes.jour pour le défrichage du sous-bois et 1,8 homme.jour pour l'abatage. Pour un hectare, sont donc requis 12 défricheurs.jour, 3 aide-abatteurs.jour et 3 abatteurs.jour. En conséquence, pour un coût journalier de 10 000 Fcfa par manœuvre (y compris l'aide-abatteur) et de 20 000 Fcfa pour l'abatteur, le coût de revient pour une parcelle d'un hectare serait de 210 000 Fcfa, soit 320 euros.

Ces coûts, bien que partiels car n'intégrant pas divers éléments tels que l'encadrement et le transport, demeurent, à conditions égales, nettement inférieurs à ceux cités pour des plantations. Ces derniers s'échelonnent entre 300 000 et 800 000 Fcfa, pour une plantation de 625 tiges par hectare (Koumba Zaou *et al.*, 1998).

Des coûts *a priori* supportables par l'exploitant forestier, des résultats encourageants et des interventions limitées dans le temps et dans l'espace attestent l'intérêt de la méthode proposée. Il conviendrait, cependant, d'en assurer le suivi sur une période plus étendue et de la tester sur des superficies plus importantes (photo 14).

BRUNCK F., GRISON F., MAITRE H.-F., 1990. L'okoumé. Nogent-sur-Marne, France, Centre technique forestier tropical, 102 p.

CORDIEZ F., 2000. Étude des mécanismes de régénération naturelle de l'agba (*Gossweilerodendron balsamiferum* Harms), de l'azobé (*Lophira alata* Banks ex-Gaertn. F.), du movin-gui (*Distemonanthus benthamianus* Baill.) et de l'ozigo (*Dacryodes büttneri* (Engl.) H.J. Lam.) au Gabon. Thèse, Faculté universitaire des sciences agronomiques de Gembloux, Belgique, 87 p.

CORNELIS D., 1995. Impact de l'ouverture du couvert sur les peuplements d'insectivores et de rongeurs d'une forêt dense humide du Gabon. Thèse, Faculté universitaire des sciences agronomiques de Gembloux, Belgique, 95 p.

DE KAM M., VERKAAR H. J. P. A., EVERS P. W., VAN DAM B. C., BRETELLER F. J., 1996. Biologie de l'okoumé. Rapport final de l'appui technique. IBN Research Report 96/8. Wageningen, Pays-Bas, Fondation Tropenbos, 187 p.

DESMET O., 1999. Étude sur la régénération après une exploitation forestière au Gabon. Thèse, Engref, Montpellier, France, Universiteit Gent, Gent, Belgique, 69 p.

DOUCET J.-L., 1996. Régénération naturelle dans la forêt des Abeilles. Rapport interne. Faculté universitaire des sciences agronomiques de Gembloux, Belgique, 127 p.

FUHR M., DELEGUE M.-A., NASI R., MINKOUE J.-M., 1998. Dynamique de l'okoumé en zone côtière au Gabon. Montpellier, France, Cirad-forêt, série Forafri 16, 55 p.

GILBERT G., 1984. La masse forestière congolaise : son implantation, ses divers faciès. Bois et Forêts des Tropiques, 204 : 3-19.

GILLET J.-F., 2002. Étude des zones humides en forêt tropicale gabonaise, impact de l'homme et valorisation. Thèse, Institut supérieur industriel, Huy, Belgique, 101 p.

GOBERT A., 2002. Étude de la régénération naturelle de quelques essences commerciales au Gabon. Le cas de la Société de la Haute Mondah (SHM) et de la Compagnie des Bois du Gabon (CBG). Thèse, Faculté universitaire des sciences agronomiques de Gembloux, Belgique, 75 p.

HENROTTAY M., 2000. Étude des mécanismes de régénération naturelle de trois essences de la famille des Caesalpiniacées en forêt tropicale gabonaise, à savoir l'Ekop (*Tetraberlinia bifoliolata*), le Beli (*Paraberlinia bifoliolata*) et l'Ovangkol (*Guibourtia ehie*). Thèse, Faculté universitaire des sciences agronomiques de Gembloux, Belgique, 78 p.

JANZEN D. H., 1970. Herbivores and the number of tree species in tropical forests. American Naturalist, 104 : 501-528.

KOUMBA ZAOU P., NZE NGUEMA S., MAPAGA D., DELEPORTE P., 1998. Croissance de 13 essences de bois d'œuvre plantées en forêt gabonaise. Bois et Forêts des Tropiques, 256 : 21-33.

LEROY DEVAL J., 1973. Les liaisons et anastomoses racinaires. Bois et Forêts des Tropiques, 152 : 37-49.

LEROY DEVAL J., 1976. La sylviculture de l'okoumé. Nogent-sur-Marne, France, Centre technique forestier tropical, 355 p.

Synopsis

ASSISTING NATURAL REGENERATION OF OKOUME POPULATIONS IN LOGGING CONCESSIONS?

Jean-Louis DOUCET
Pierre-André NTCHANDI OTIMBO
Armand-Ghislain BOUBADY

Natural regeneration is a fundamental aspect in the long-term management of commercial tree populations. Various studies conducted in mature forests in Gabon have shown that natural regeneration is deficient in Okoume populations (*Aucoumea klaineana*). Logging has a negative impact by removing the best trees and only allowing occasional regeneration along roadsides, since regeneration in logged clearings is always short-lived. A pilot experiment was therefore launched in a logging concession to stimulate regeneration. After specifying the conditions required for virtually single-species okoume populations to become established along roadsides, the study attempted to reproduce these conditions in experimental plots

Roadside okoume populations

Having noted an abundance of okoume specimens in tree populations along some logging roads, the study marked out eight trial plots to investigate their species composition. Two further 1-hectare parcels were marked out as permanent plots in order to monitor the growth of okoume trees within them. The tracks under study had been opened up some thirty years before, and the okoume trees were therefore of the same age. Densities were as high as 233 stems per hectare in some cases. Species occurring together with the okoume trees included light-loving trees such as *Maprounea membranacea*, *Cleistopholis glauca*, *Nauclea diderrichii* and more shade-loving species like *Conceiveba macrostachys*, *Santiria trimera* and *Augouardia letestui*. Light-loving species become less dense away from the immediate vicinity of roadsides, while the reverse is true of the shade-loving species.

Okoume trees occurring in these stands grow rapidly in diameter. Monitoring over two years showed an average annual increment of 0.9 cm for stems 30.0 to 49.9 cm in diameter and over 1.6 cm for dominant trees more than 50 cm in diameter.

Natural regeneration trials

The conditions required for okoume to regenerate naturally may be summarised as follows. The canopy needs to be opened up widely, to at least a quarter of a hectare, when the trees are fruiting. The soil needs to be clear of competing vegetation or only sparsely covered. Nine trial plots were established to meet these requirements. Undergrowth was cleared by machete and non-commercial trees felled in areas of 0.3 to 0.9 ha. No further clearing was carried out, so that the feasibility of a single clearing operation could be assessed.

Two regeneration inventories were carried out 6 and 18 months after clearing, using 12% and 9% sampling rates respectively. The results showed that okoume saplings were growing to average densities of 0.38 / m² and 0.25 / m² respectively. The main competing species was the short-lived, light-loving *Macaranga monandra*. This species accounted for 15.6 % of saplings after 18 months, as against 8.2 % of okoume saplings, with dominant specimens growing 218 cm on average in height. Okoume saplings also grew rapidly, by 209 cm on average. Other species only compete marginally with okoume trees, either because there are fewer specimens or because they grow more slowly.

A comparative study of the trial plots showed that older stands with an abundance of *Caesalpinaceae* and *Olacaceae* were the most successful. Given the importance of prevailing winds in the dispersal sector, the optimum area to be managed in this way would be around 0.6 ha.

Practicality of the method

The results obtained are fairly encouraging, even though the trials need monitoring over a longer term. The proposed method is less costly than planting and less demanding in terms of logistic and mechanical support. Ideally, the method would only be applied when management inventories show that regeneration is insufficient. Operations should concentrate on roadsides and logging roads where okoume trees are about to fruit. They would involve clearing undergrowth before seeds are shed and felling non commercial over areas of about 0.6 ha where seedlings are becoming established.