

LUC DURRIEU DE MADRON
Expert forestier

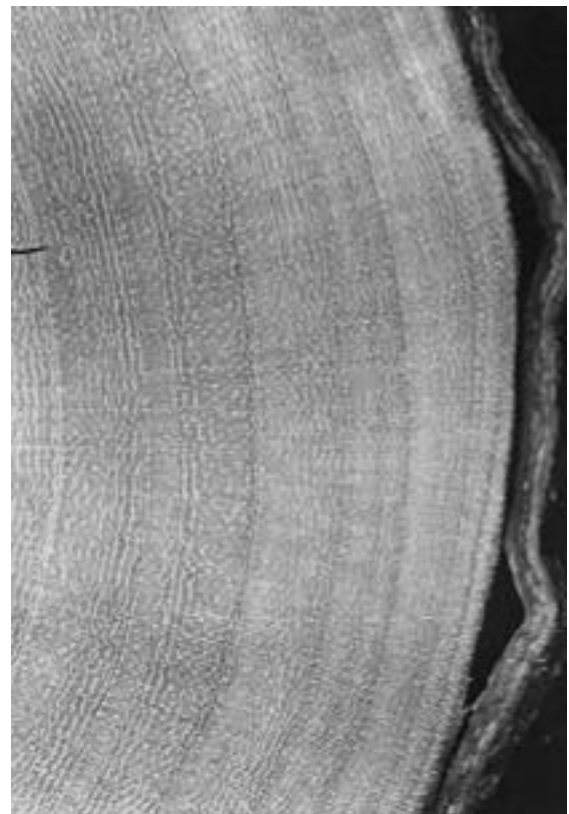
ROBERT NASI
CIFOR

PIERRE DÉTIENNE
CIRAD-Forêt

ACCROISSEMENTS DIAMÉTRIQUES DE QUELQUES ESSENCES EN FORÊT DENSE AFRICAINNE

Une synthèse a été réalisée à partir des résultats disponibles sur l'accroissement diamétrique de plusieurs essences couramment exploitées en forêt dense humide africaine tels que l'ayous, le limba, le sapelli, le sipo, le kosipo, le tiama, le tali, l'okoumé, le moabi... Ces valeurs sont issues d'études de cernes et de résultats de dispositifs d'études sylvicoles. Elles serviront de base pour l'élaboration des aménagements forestiers.

Anneaux de croissance bien visibles et larges sur un sipo (*Entandrophragma utile*).
Wide, clearly visible growth rings on a fast-growing sipo (Entandrophragma utile) tree.



La connaissance de la production ligneuse et donc de la croissance diamétrique des individus est fondamentale dans le cadre de l'aménagement d'une forêt. Elle constitue l'un des paramètres qui permettent de déterminer la rotation ainsi que le volume maximal exploitable sans risque d'appauvrissement du peuplement.

UNE ÉTUDE SUR DIX-SEPT ESSENCES

Cette synthèse regroupe les études faites sur dix-sept essences dont les cernes sont annuels et assez facilement discernables (DÉTIENNE *et al.*, 1998). Il s'agit des espèces suivantes : l'ayous/samba (*Triplochiton scleroxylon*), le kosipo (*Entandrophragma candollei*), le limba/fraké (*Terminalia superba*), l'okoumé (*Aucoumea klaineana*), le sapelli (*Entandrophragma cylindricum*), le sipo (*Entandrophragma*



Blessures annuelles sur un iroko (*Milicia excelsa*). Le dendromètre fixé au-dessus est utilisé pour mesurer la croissance de l'arbre.
Annual injuries in iroko (Milicia excelsa). The dendrometer tape above is used to measure tree growth.

utile) et le tiama (*Entandrophragma angolense*).

Cette synthèse faite à partir des comptages de cernes a été complétée par une revue de la bibliographie concernant l'accroissement d'une dizaine d'essences importantes pour l'aménagement forestier, données issues de Côte d'Ivoire, de République centrafricaine, du Ghana et du Gabon. Il s'agit de l'aniégré blanc (*Aningeria altissima*), du bossé clair (*Guarea cedrata*), du dabéma (*Piptadeniastrum africanum*), du dibétou (*Lovoa Trichilioides*), de l'iroko (*Milicia excelsa*), du kotibé (*Nesogordonia papyrifera*), du longhi (*Gambeya boukokoensis*), du niangon (*Heritiera utilis*) et du tali (*Erythrophloeum ivorense*).

MATÉRIELS ET MÉTHODES

ANALYSES DE CERNES

Dans la plupart des cas, les analyses de cernes sont réalisées par une lecture le long de plusieurs rayons perpendiculaires de rondelles prélevées sur des arbres abattus. Pour les comptages de cernes faits à Oyane, en 1997 (OYONO, 1997), une partie seulement de la rondelle a pu être prélevée sur la souche des arbres abattus en 1995, les comptages ont donc été effectués sur un ou deux rayons. Pour les comptages réalisés pour le projet Sangha Mbaéré et pour le Moabi, les cernes ont été analysés sur un seul rayon.

□ Sites d'étude et nombre d'individus utilisés

• En République centrafricaine, le projet Aménagement forestier pilote de la Sangha Mbaéré (DÉTIENNE *et al.*, 1988) a étudié la croissance des principales essences commerciales de forêt dense semi-décidue à Sterculiacées et Ulmacées. Les analyses de cernes ont porté sur

104 rondelles de sapelli, 34 rondelles d'ayous, 11 rondelles de sipo, 8 rondelles de tali, 8 rondelles de tiama et 4 rondelles de kosipo, récoltées sur des chantiers de forêt passant en première exploitation.

- Egalement en République centrafricaine, le projet ECOFAC (DURRIEU DE MADRON, 1999) a analysé les cernes de 22 sapellis prélevés en forêt dense semi-décidue passant en première exploitation.

- Toujours en République centrafricaine, le projet Etudes préalables à l'aménagement de la forêt dense (Projet FAC 192, 1975) a publié les résultats d'analyses de cernes réalisées en forêt dense semi-décidue passant en première exploitation. La croissance de 154 sapellis, 23 limbas, 67 ayous, 7 dibétous, 11 irokos, 59 sipo, 6 tiamas et 12 kosipos a été analysée.

- Dans le sud-est du Cameroun, en forêt dense semi-décidue, le projet Aménagement Pilote Intégré (API) de Dimako (JARDIN, 1995) a étudié 17 rondelles d'ayous et 11 rondelles de fraké récoltées sur des chantiers d'exploitation en forêt secondaire et 3 rondelles d'ayous et 15 rondelles de sapelli sur des chantiers d'exploitation en forêt primaire.

- Toujours dans le sud-est du Cameroun, à l'est de la réserve du Dja, en forêt de transition entre la forêt sempervirente et la forêt semi-décidue, dix rondelles de moabi ont été analysées en forêt passant en première exploitation (DEBROUX, 1998).

- Au Gabon, les analyses de cernes sur l'okoumé ont été réalisées dans deux types de formations végétales : forêt à okoumés dispersés et à peuplements purs. Dans la première zone, à Sindara (P.D.F.G., 1979a), 83 rondelles ont été prélevées sur les culées d'arbres abattus dans une forêt où l'okoumé est dispersé pied à pied. Plus à l'intérieur

du pays (P.D.F.G., 1972), 440 carottes ont été prélevées sur des okoumés dominants le long de plusieurs pistes forestières de la région de Lastoursville et Mitzic. Enfin, dans l'étage dominant de peuplements purs d'okoumés, 111 rondelles ont été prélevées à Mopounou (P.D.F.G., 1979a) et 182 à Oyane (P.D.F.G., 1979b ; RIVIERE, 1992 ; OYONO, 1997).

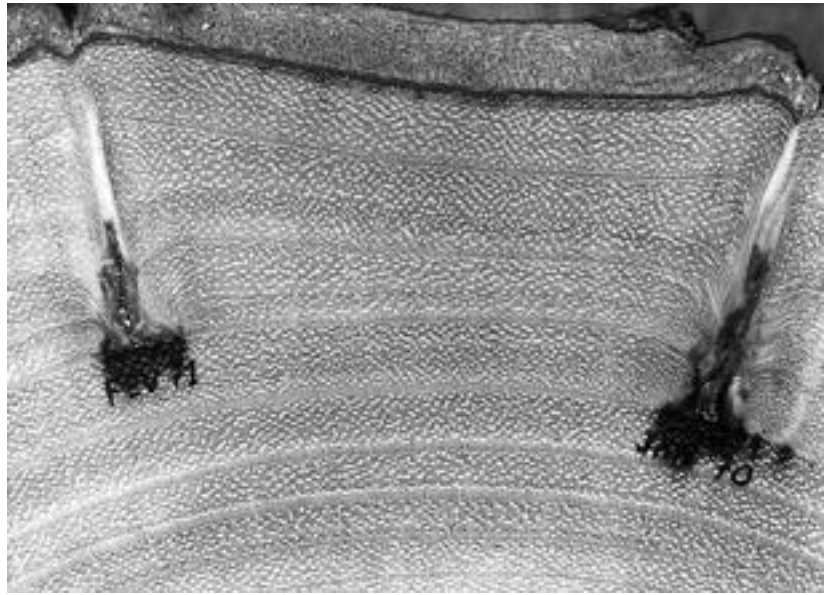
Par ailleurs, on dispose de données antérieures citées dans la monographie de l'okoumé (BRUNCK *et al.*, 1990).

□ Précision des comptages de cernes

Etant donné la lisibilité parfois délicate des cernes, la précision des mesures est au mieux de l'ordre du millimètre.

De plus, les résultats ne sont pas exempts d'erreurs liées à la présence de faux cernes non identifiés comme tels ou à des cernes très fins non repérés, notamment lors des comptages sur le sapelli.

Certains cernes ont pu être oubliés lors du comptage, soit parce qu'ils étaient trop minces ou mal définis, donc indistincts, soit parce qu'ils étaient absents (aucune croissance pendant une ou plusieurs années). De tels arrêts de croissance peuvent exister chez le sapelli mais restent cependant rares (DÉTIENNE *et al.*, 1998) et ils sont souvent le fait d'individus dominés. L'arbre peut alors croître uniquement en hauteur ou stagner complètement. Ces arrêts de croissance diamétrique sont très improbables chez l'ayous et le limba, ces essences héliophiles ne supportant pas de mise à l'ombre, même temporaire. Ils sont possibles chez les okoumés dominés (RIVIERE, 1992 ; OYONO, 1997), ce qui explique l'utilisation systématique des dominants pour les estimations d'âge chez cette espèce. Par ailleurs, les cernes sont souvent difficiles à percevoir dans les deux pre-



Cicatrices de blessures annuelles chez le doussié (*Azelia bipindensis*). Cet arbre a été abattu 4 ans après la première blessure (en bas, à droite).

Annual injury scars in doussié (*Azelia bipindensis*). This tree was felled 4 years after the first injury (on the lower right).

miers centimètres à partir de la moelle car, selon les essences, ils peuvent être flous ou extrêmement minces.

Ainsi, en sus de l'erreur de lecture imputable au lecteur et que l'on peut estimer pour un opérateur expérimenté à moins de 5 %, il faut ajouter une erreur de lecture due aux problèmes d'estimation concernant la période où l'arbre n'a pas encore atteint la canopée (l'arbre a pu connaître des arrêts de croissance). Les croissances moyennes estimées par les comptages de cernes sont donc probablement sur-évaluées, notamment pour les Méliacées (DÉTIENNE *et al.*, 1998).

Du fait de ces remarques, les estimations des accroissements moyens ainsi obtenus sont donc à considérer avec précaution.

MESURES DE CIRCONFÉRENCE

Les dispositifs d'études sylvicoles utilisés à titre de comparaison avec

les estimations de croissances obtenues par comptages de cernes sont les suivants (DÉTIENNE *et al.*, 1998) :

- les dispositifs de Mopri, en forêt dense semi-décidue, et d'Irobo, en forêt dense sempervirente, de Côte d'Ivoire ;
- le dispositif de Mbaïki, en forêt dense semi-décidue de Centrafrique ;
- les résultats obtenus au Ghana ;
- le dispositif du projet Aménagement en zone de savanes côtières au Gabon ;
- différentes études publiées sur l'okoumé.

COMPARAISON DES RÉSULTATS

Les estimations d'accroissement résultant des lectures de cernes sont souvent plus élevées que celles calculées à partir des mesures de circonférence sur quelques années, pour plusieurs raisons :

- Comme nous l'avons dit ci-dessus, les comptages ou les mesures de cernes donnent parfois des résultats sur ou sous-estimés (absence de formation de cernes visibles, problèmes de lectures au centre de la rondelle, problème de cœur excentré lors de lectures effectuées sur des barettes ou sur des parties de rondelles, etc.).

- Les mesures de circonférence prennent en compte tous les arbres d'une espèce donnée, y compris des arbres dépérissants ou dominés à accroissements nuls ou très faibles qui ont de fortes chances de mourir (SWAINE *et al.*, 1987, DURRIEU DE MADRON, 1998). Les analyses de cernes sont faites sur de grands arbres qui ont bénéficié de bonnes conditions de croissance (isolés ou dominants) durant la majeure partie de leur vie.

Pour pallier en partie cet effet, les arbres à accroissements nuls n'ont pas été pris en compte pour le calcul des accroissements par la mesure externe de la circonférence, dans les parcelles intouchées du dispositif de Mbaïki, en Centrafrique, et dans les parcelles témoins des dispositifs de Mopri et d'Irobo, en Côte d'Ivoire. De même, seuls les dominants sont considérés pour les peuplements purs d'okoumé.

RÉSULTATS DES ANALYSES DE CERNES

Les résultats des différentes analyses de cernes sont présentés par les accroissements moyens et leurs écarts types, quand ceux-ci sont disponibles.

EN RÉPUBLIQUE CENTRAFRICAINE

□ **Projet Sangha Mbaéré**

Les comptages de cernes de 153 arbres de six essences en forêt semi-

décidue fournissent les valeurs suivantes :

- Les 104 sapellis présentent un accroissement diamétrique moyen de 4,7 mm par an (arbres de 30 à 120 cm de diamètre), avec un écart type de 1,9. L'accroissement des arbres de 10 à 20 cm de diamètre est nettement plus faible.

- Les 34 ayous ont un accroissement diamétrique moyen de 11,1 mm par an, avec un écart type de 2,8. La croissance en fonction du diamètre est constante de 10 à 120 cm de diamètre.

- Les huit talis présentent un accroissement diamétrique moyen de 7,0 mm par an, avec un écart type de 1,3.

- Les huit tiamas ont un accroissement diamétrique moyen de 4,9 mm par an, avec un écart type de 1,1.

- Les cinq kosipos présentent un accroissement diamétrique moyen de 4,6 mm par an, avec un écart type de 1,5.

- Les onze sipos ont un accroissement diamétrique moyen de 6,5 mm par an, avec un écart type de 1,6.

□ **Projet ECOFAC**

Vingt-deux rondelles de sapelli, récoltées en forêt semi-décidue au sud-ouest de la République centrafricaine, fournissent un accroissement diamétrique moyen de 5,8 mm par an, avec un écart type de 1,8. L'accroissement de ces 22 sapellis, dans la classe de diamètre de 60 à 80 cm est de 5,2 mm par an pour le diamètre.

□ **Projet FAC 192**

Les comptages de cernes de 329 arbres de huit essences, dans différentes forêts denses du sud-ouest centrafricain, fournissent les valeurs suivantes :

- Les 67 ayous présentent un accroissement diamétrique moyen de 9,2 mm par an, avec un écart type de 1,5.

- Les sept dibétous ont un accroissement diamétrique moyen de 7,4 mm par an, avec un écart type de 1.

- Les vingt-trois frakés/limbas présentent un accroissement diamétrique moyen de 9,4 mm par an, avec un écart type de 2,3.

- Les onze irokos ont un accroissement diamétrique moyen de 5,1 mm par an, avec un écart type de 0,9.

- Les douze kosipos présentent un accroissement diamétrique moyen de 5,1 mm par an, avec un écart type de 1,1.

- Les 154 sapellis ont un accroissement diamétrique moyen de 4,8 mm par an, avec un écart type de 0,9.

- Les 59 sipos présentent un accroissement diamétrique moyen de 5,8 mm par an, avec un écart type de 1,2.

- Les six tiamas ont un accroissement diamétrique moyen de 4,6 mm par an, avec un écart type de 0,8.

AU CAMEROUN

□ **Projet API Dimako**

Trente-six rondelles appartenant à trois essences, dans différentes forêts semi-décidues au sud-est du Cameroun, fournissent les valeurs ci-après. Il semble que celles-ci soient légèrement surestimées du fait de l'oubli de quelques cernes (manque de rigueur dans les comptages).

- Les vingt ayous présentent un accroissement diamétrique moyen de 13,8 mm par an, avec un écart type de 4,4.

- Les quinze sapellis ont un accroissement diamétrique moyen de 6,4 mm par an, avec un écart type de 1,9.

- Les onze frakés/limbas présentent un accroissement diamétrique moyen de 11,2 mm par an, avec un écart type de 6,4.

□ A l'est de la réserve du Dja

Dix rondelles de moabi (*Baillonella toxisperma*) de diamètre variant entre 19 et 223 cm, en provenance d'une forêt de transition passant en première exploitation, fournissent un accroissement moyen de 0,48 cm par an avec un écart type de 0,11.

PREMIÈRES ANALYSES DE CERNES EN AFRIQUE DE L'OUEST ET CENTRALE

Les cernes de douze ayous de forêt naturelle, répartis depuis la Côte d'Ivoire jusqu'en Centrafrique, ont été étudiés par DÉTIENNE et MARIAUX (DÉTIENNE *et al.*, 1998). L'accroissement moyen observé est de 11 mm/an sur le diamètre.

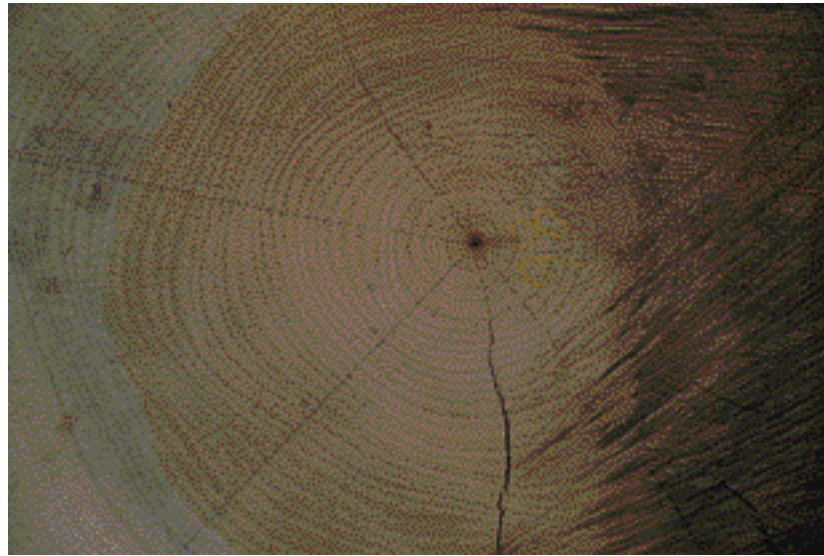
Les accroissements diamétriques de plusieurs espèces de Méliacées à bois rouge et de niangon issus de forêts naturelles ivoiriennes et camerounaises ont été analysés.

Les résultats sont résumés ci-après :

- Les cinq kosipos présentent un accroissement diamétrique moyen de 6,3 mm par an.
- Les quatre niangons ont un accroissement diamétrique moyen de 5,4 mm par an.
- Les vingt-six sapellis présentent un accroissement diamétrique moyen de 3,4 mm par an.
- Les quatre sipos ont un accroissement diamétrique moyen de 3,7 mm par an.
- Les six tiamas présentent un accroissement diamétrique moyen de 5,8 mm par an.

AU GABON

Sur des okoumés dominants de la zone littorale, l'accroissement moyen annuel en diamètre calculé est de 10 mm/an jusqu'à 60 ans, accroissement qui diminue progressivement jusqu'à 5 mm/an à 120 ans (DÉTIENNE *et al.*, 1998).



Mesure des anneaux de croissance sur une coupe transversale de tronc d'okoumé (région de savanne côtière, Gabon).

Measuring growth rings on a cross-section of an okoumé trunk (coastal savanna region, Gabon).

L'analyse de 83 rondelles d'okoumés exploités (de diamètre supérieur à 70 cm) dans une forêt (Sindara, en « première zone »), où cette espèce est dispersée pied à pied, donne un accroissement annuel moyen de 9,4 mm/an. Contrairement au sapelli, la croissance n'apparaît pas constante, elle est maximale entre 30 et 50 cm de diamètre, comme le montre le tableau I.

Les accroissements sont beaucoup plus faibles à l'intérieur du pays

qu'en première zone plus proche du littoral. L'analyse de près de 400 barettes prélevées sur des okoumés dominants, proches des limites nord et est de l'aire de distribution, donne des valeurs entre 5 et 6 mm/an pour l'accroissement moyen. L'accroissement courant est variable en fonction du diamètre, il est maximal (7 mm/an) entre 10 et 30 cm, puis diminue régulièrement jusqu'à 90 cm (environ 4,5 mm/an).

Dans les peuplements purs d'okoumé qui sont des formations

TABLEAU I

ACCROISSEMENTS EN FONCTION DU DIAMÈTRE POUR L'OKOUMÉ EN FORÊT MÉLANGÉE

Diamètre (cm)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Accroissements (mm/an)	8,6	10,0	10,6	10,6	10,2	9,5	8,8	8,2	7,6	7,2

équiennes, il est plus difficile de donner un accroissement moyen car celui-ci varie en fonction de l'âge du peuplement : les individus dominants d'un bouquet jeune (cinq à quinze ans) pousse plus vite que ceux d'un bouquet âgé. Un accroissement en fonction de l'âge paraît donc plus intéressant (tableau II).

D'après le tableau II, on peut déduire qu'il faut environ 55 ans pour produire un okoumé de 60 cm de diamètre, soit un accroissement annuel moyen de 1,1 cm environ. Cette valeur est supérieure à celle obtenue en forêt mélangée, mais la baisse des accroissements à partir de 30 ans laisse supposer que la croissance ralentit progressivement avec l'âge, sans intervention sylvicole, et qu'il faudrait environ 75 ans pour produire un okoumé exploitable de 70 cm de diamètre, soit un accroissement moyen de 9 mm/an environ.

RÉSULTATS DES MESURES PLURIANNUELLES DE LA CIRCONFÉRENCE EN CÔTE D'IVOIRE

Le dispositif de Mopri, en forêt dense semi-décidue de Côte d'Ivoire, four-

nit les accroissements diamétriques moyens suivants (en mm/an) – après quatorze ans de mesures – pour des arbres de 10 à 70 cm de diamètre. Les arbres à accroissements nuls (inférieurs à un demi-millimètre par an) ne sont pas pris en compte :

- Les acajous présentent un accroissement diamétrique moyen de 4,2 mm par an, avec un écart type de 3,8.
- Les aniégrés blancs ont un accroissement diamétrique moyen de 3,3 mm par an, avec un écart type de 2,4.
- Les bossés présentent un accroissement diamétrique moyen de 2,9 mm par an, avec un écart type de 2,0.
- Les dabémas ont un accroissement diamétrique moyen de 4,9 mm par an, avec un écart type de 3,2.
- Les kotibés présentent un accroissement diamétrique moyen de 3,6 mm par an, avec un écart type de 2,4.
- Les sapellis, les sipos, les kosipos et les tiamas réunis ont un accroissement diamétrique moyen de 2,7 mm par an, avec un écart type de 2,1.
- Les sambas/ayous présentent un accroissement diamétrique moyen

de 9,4 mm par an, avec un écart type de 5,3.

- Les sapellis ont un accroissement diamétrique moyen de 2,8 mm par an, avec un écart type de 2,2.

De même, le dispositif d'Irobo, en forêt dense sempervirente de Côte d'Ivoire, fournit les accroissements diamétriques moyens suivants, en mm/an, après douze ans de mesures sur des arbres de 10 à 70 cm de diamètre. Les arbres à accroissements nuls (inférieurs à un demi-millimètre par an) ne sont pas pris en compte :

- Les talis présentent un accroissement diamétrique moyen de 6,5 mm par an, avec un écart type de 5,0.
- Les niangons ont un accroissement diamétrique moyen de 4,1 mm par an, avec un écart type de 3,3.
- Les dibétous présentent un accroissement diamétrique moyen de 4,9 mm par an, avec un écart type de 5,0.
- Les kondrotis ont un accroissement diamétrique moyen de 3,4 mm par an, avec un écart type de 2,9.
- Les sapellis, les sipos, les kosipos et les tiamas réunis présentent un accroissement diamétrique moyen de 3,9 mm par an, avec un écart type de 2,4.

TABLEAU II											
ACCROISSEMENTS DU DIAMÈTRE (MM/AN) DE L'OKOUMÉ POUSSANT EN PEUPELEMENTS PURS											
Site	Age (ans)										
	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45	45-50	50-55
Moupounou (111 individus)	15,0	16,6	14,8	12,1	11,9	8,8	8,5	8,4	8,4		
Oyane (182 individus)	15,5	16,5	15,3	13,1	12,4	11,0	9,8	7,7	7,3	7,1	6,7

EN RÉPUBLIQUE CENTRAFRICAINE

Ces résultats proviennent du dispositif d'études sylvicoles de Mbaïki. Les accroissements ont été calculés, entre 1987 et 1995, sur des arbres de 10 à 70 cm de diamètre, présents en 1987 et en 1995 (tableau III). Les arbres à accroissements nuls ne sont pas pris en compte.

AU GHANA

Les données du tableau IV ont été obtenues à partir d'observations effectuées sur 11 000 arbres, répartis sur 256 placettes permanentes. Ces arbres appartiennent à vingt quatre essences mais seuls les résultats concernant neuf d'entre elles, issus d'enregistrements valables, ont été utilisés (ADLER, 1989). Ni l'effectif par essence et par classe de diamètre, ni l'intervalle de temps entre deux mesures ne sont fournis.

Les accroissements semblent variables par classes de diamètre. Cependant, la taille des échantillons dans chacune de ces classes n'étant pas indiquée, il est difficile de conclure sur la signification de ces variations.

ADLER résume ainsi ses études : l'accroissement diamétrique est de 0,8 à 1 cm pour les essences pionnières telles que l'ayous (*Triplochiton scleroxylon*) et de 4 à 5 mm/an pour les Méliacées rouges (sapelli, sipo, kosipo et tiama) et l'iroko (*Milicia spp.*), plus sciaphiles.

Il est de 2 à 3 mm/an pour les essences à croissance lente, comme le bossé clair (*Guarea cedrata*) et le kotibé (*Nesogordonia papaverifera*).

Ces conclusions ne sont pas tout à fait cohérentes avec les chiffres du tableau IV, en particulier pour le sapelli dont la croissance semble plus proche de 6 mm que de 4 à 5 mm. Ceci est probablement dû à un

Essence	Effectif (1987)	Accroissement moyen (mm/an)	Ecart type
Sapelli	52	3,3	3,1
Tiama	33	2,5	2,2
Acajou	21	3,4	4,0
Tali	16	4,5	4,1
Ayous	20	4,8	3,4
Niové	217	1,1	1,3
Kotibé	26	3,2	3,0
Aniégré blanc	35	3,2	2,3
Longhi	68	3,6	2,8

pois important des effectifs de la classe de diamètre 10 à 30 cm, qui présentent des accroissements plus faibles. Cette remarque rejoint les observations faites d'après l'analyse de cernes pour le projet de la Sangha Mbaéré.

AU GABON

NASI (1997) montre que l'accroissement des okoumés dominants en peuplements purs du dispositif

d'Oyane varie en fonction de l'âge et de la classe de diamètre (tableau V).

SYNTHÈSE DES RÉSULTATS

Le tableau VI synthétise les différents accroissements moyens décrits dans les paragraphes précédents. Les accroissements figurés dans ce tableau représentent juste des ordres

	Classe de diamètre (cm)					
	10-29	30-49	50-69	70-89	90-109	sup. à 110
Acajou	4,3	8,5	7,6	7,2	10,3	10,3
Ayous	9,2	8,5	6,7	6,8	5,5	4,6
Bossé clair	3,2	5,5	4,6	5,2	5,2	-
Dabéma	5,9	9,0	11,1	8,3	5,8	5,8
Iroko	3,3	3,7	4,9	5,9	5,9	5,9
Kotibé	4,2	4,0	3,7	2,6	2,6	2,6
Sapelli	3,0	6,4	7,8	6,5	5,8	7,7
Sipo	3,7	7,3	11,5	6,5	5,1	5,1
Tiama	2,2	4,1	6,6	4,6	4,6	4,4

TABLEAU V
ACCROISSEMENTS (MM/AN) D'OKOUMÉS DOMINANTS DANS SIX GROUPES DE PARCELLES D'ANCIENNETÉ CROISSANTE DU DISPOSITIF D'OYANE, AU GABON (NASI, 1997)

Classes de diamètre (cm)	Ancienneté de la parcelle (ans)					
	7-12	20-25	25-30	35-40	40-45	50-60
< 10	13,1 (225)					
10-20	197,0 (49)	12,6 (87)	9,2 (87)			
0-30		15,6 (121)	10,2 (245)	5,4 (33)		
30-40		13,4 (29)	12,7 (176)	7,6 (89)	4,7 (49)	5,6 (20)
40-50			12,8 (37)	8,5 (71)	6,5 (108)	5,4 (59)
50-60				11,2 (27)	9,1 (89)	6,8 (50)
60-70				12,5 (20)	11,0 (46)	9,5 (49)
70-80						7,8 (33)

Les valeurs entre parenthèses indiquent le nombre d'arbres utilisés pour les calculs.

de grandeur destinés à fournir une aide à l'aménagiste et ne représentent pas une valeur d'accroissement universelle.

Ce tableau confirme les résultats d'ADLER : on peut estimer l'accroissement diamétrique moyen des *Entandrophragma* (sapelli, sipo, kosi-po et tiama) et de l'iroko (*Milicia excelsa*) de 4 à 5 mm/an.

Il est de 2 à 3 mm/an pour les essences à croissance lente, comme le bossé clair (*Guarea cedrata*) et le kotibé (*Nesogordonia papaverifera*).

L'accroissement diamétrique est d'environ 1 cm pour les essences pionnières telles que l'ayous (*Triplochiton scleroxylon*), le fraké (*Terminalia superba*) ainsi que pour l'okoumé (*Aucoumea klaineana*), pour les diamètres allant de 20 à 100 cm.

CONCLUSION

La comparaison des accroissements obtenus par l'analyse de cernes et par la mesure directe de la circonférence n'est présentée qu'à titre indicatif ; elle est à prendre avec pré-

caution, étant donné la sur-évaluation probable de l'accroissement par l'analyse de cernes. Les quelques années de mesures périodiques de circonférence des arbres sur pied à partir des années 80 sont, pour leur part, riches d'enseignement mais ne représentent pas encore un laps de temps assez long.

Cependant, d'une manière générale, les accroissements observés avec l'une ou avec l'autre méthode sont assez proches, et permettent, pour une essence donnée, d'avoir des fourchettes assez précises pour le calcul des rotations entre deux exploitations.

En outre, il apparaît que, dans les résultats du projet de la Sangha Mbaéré, l'accroissement de l'ayous et du sapelli sont constants par classe de diamètre pour l'échantillon considéré.

Ces valeurs sont fondamentales pour l'aménagement en forêt tropicale. En effet, les délais entre deux coupes d'exploitation étaient auparavant fixés a priori, sans justification biologique, faute de données d'accroisse-

ment fiables. Les chiffres que nous fournissons ici pourront dorénavant constituer une aide utile pour l'aménagiste. Cependant, les résultats pour quelques essences citées ici sont justes indicatifs et doivent être vérifiés par de nouvelles mesures, comme par exemple les valeurs d'accroissement du moabi (*Baillonella toxisperma*). Il serait en outre très souhaitable de continuer les recherches dans ce domaine, de façon à déterminer par classe de diamètre l'accroissement annuel des principales espèces, accroissement qui permet de calculer les rotations.

► Luc DURRIEU DE MADRON
 Expert forestier
 460 ch. du Novau
 34730 PRADES-LE-LEZ

► Pierre DÉTIENNE
 CIRAD-Forêt/Baillarguet

► Robert NASI
 Jalan CIFOR, Siyu Gede
 Sindangbarang, Bogor Barat 16680
 PO Box 6596, JKPWB
 JAKARTA 10065
 Indonésia

TABLEAU VI
RÉCAPITULATIF DES ACCROISSEMENTS DIAMÉTRIQUES MOYENS (MM/AN) POUR TOUTES LES ÉTUDES DISPONIBLES EN FORÊT DENSE AFRICAINE

Site	Ghana		Côte d'Ivoire		Côte d'Ivoire et Cameroun		Cameroun		République centrafricaine				Gabon			
	Tous Ø	Forêt semi-décidue de Mopri (témoins) Ø 10,70 cm	Forêt sempervirente d'Irobo (témoins) Ø 10,70 cm	Sud-est forêt semi-décidue (API Dimoko)	Sud-est forêt de transition	Forêt P.E.A. 169 ECOFAC	Forêt semi-décidue FAC 192	Forêt semi-décidue Mboéré	Forêt semi-décidue Sangha (témoins) Ø 10,70 cm	Zone 1 Sindara	Zone 1 Oyoune peuplements purs	Zone 1 Oyoune peuplements purs	Zone 1 Oyoune peuplements purs	Zone 1 Oyoune peuplements purs	Intérieur	
Mode d'analyse	Circonférence	Circonférence	Circonférence	A.C. (1)	A.C.	A.C.	A.C.	A.C.	A.C.	A.C.	A.C.	A.C.	A.C.	A.C.	A.C.	
Acajou		4,2														
aniégré blanc		3,3														
oyous	8 à 10	9,4		13,8					9,2	11,1						
bossé clair	2 à 3	2,9														
dabérama	8 à 10	4,9							7,6*							
dibétou			4,9						9,8							
Fraké/limba				11,2					5,1*							
iroko	4 à 5								5,1*							
kesipo	4 à 5								4,6*							
kolibé	2 à 3	3,6														
Longhi																
Mocabi			4,1		4,8*											
Niangon																
okoumé																
Sapelli	4 à 5	2,8							4,8	3,9/4,7**						
sipo	4 à 5				6,4				5,8	6,5*						
Tali			6,5							7,0*						
													9,4	7 à 15	5 à 15	5 à 6

(1) A.C. : analyse de cernes ; * : effectifs faibles ; ** : accroissement des arbres entre 30 et 120 cm de diamètre ; ** : accroissements variables par classe de diamètre ou en fonction de l'âge.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ADLER D., 1989.
Natural forest increment, growth and yield.
In : Ghana forest inventory project seminar proceedings 29, 3 March 1989. WONG J. L. G., DUNN R. M. (ed.), Overseas Development Administration (UK)/Ghana Forestry Department, p. 47-52.
- BRUNCK F., GRISON F., MAITRE H. F., 1990.
L'okoumé (*Aucoumea klaineana* Pierre), Centre Technique Forestier Tropical, 102 p.
- DEBROUX L., 1998.
L'aménagement des forêts tropicales fondé sur la gestion des populations d'arbres : l'exemple du moabi (*Baillonella toxisperma*) dans la forêt du Dja, Cameroun. Thèse, Université des sciences agronomiques de Gembloux, Belgique, 283 p. + annexes.
- DÉTIENNE P., OYONO F., DURRIEU DE MADRON L., DEMARQUEZ B., NASI R., 1998.
L'analyse de cernes : applications aux études de croissance de quelques essences en peuplements naturels de forêt dense africaine. Document FORAFRI n° 15, Montpellier, France, CIRAD-Forêt, 40 p.
- DURRIEU DE MADRON L., 1998.
Mortalité et accroissements des arbres. Bois et Forêts des Tropiques 258 : 69-72.
- DURRIEU DE MADRON L., 1999.
2^e Mission de suivi du plan d'aménagement du P.E.A. 169, mai-juin 1999. ECOFAC-République centrafricaine, 38 p.
- FUHR M., NASI R., MINKOUE J. M., 1998.
Les peuplements d'okoumé éclaircis au Gabon. Bois et Forêts des Tropiques 256 : 5-20.
- JARDIN J.-L., 1995.
Etude de la croissance de l'ayous (*Triplochiton scleroxylon*), du sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) et du fraké (*Terminalia superba*). API Dimako, 23 p.
- LOWE R. G., 1968.
Periodicity of a tropical rain forest tree, *Triplochiton scleroxylon* K. Schum. Commonw. For. Rev. 47 (132) : 150-163.
- NASI R., 1997.
Les peuplements d'okoumé au Gabon. Leur dynamique et croissance en zone côtière. Bois et Forêts des Tropiques 251 : 5-27.
- OYONO F., 1997.
Analyse des cernes et dendrochronologie sur *Aucoumea klaineana* : reconstitution de la croissance en diamètre à partir des données de comptage de cernes et liaison avec les possibles paramètres explicatifs externes. Mémoire de fin de cycle, Ecole Nationale des Eaux et Forêts du Cap Estérias, 25 p. + annexes.
- P.D.F.G., 1972.
Croissance de l'okoumé en 3^e zone. Plan de développement forestier du Gabon. PNUD, FAO. FO : SF/GAB 6, Document de travail 4, 22 p.
- P.D.F.G., 1979a.
Aménagement du Massif de Fougamou (tome 1). Plan de développement forestier du Gabon, 3^e phase. PNUD, FAO, CTFT FO/DPGAB/73/002 rapport technique 1, 293 p. + annexes.
- P.D.F.G., 1979b.
Aménagement du sud-estuaire. Plan de développement forestier du Gabon, 3^e phase. PNUD, FAO, CTFT FO/DPGAB/73/002, rapport technique 2, 253 p. + annexes.
- PROJET FAC 192, 1975.
Etudes préalables à l'aménagement de la forêt dense, 3^e partie : études d'accroissement. MTEFCP, République centrafricaine, 105 p.
- RIVIERE L., 1992.
Etude de l'évolution des peuplements naturels d'okoumé (*Aucoumea klaineana* Pierre) dans le sud-estuaire du Gabon. Construction de tables de production provisoires. Thèse, Université de Paris VI, 163 p. + annexes.
- SWAINE M. D., HALL J. B., ALEXANDER I. J., 1987.
Tree population dynamics at Kade, Ghana (1968-1982). Journal of Tropical Ecology 3 : 331-345.

R É S U M É

ACCROISSEMENTS DIAMÉTRIQUES DE QUELQUES ESSENCES EN FORÊT DENSE AFRICAINE

Les auteurs proposent une synthèse des résultats obtenus sur la croissance diamétrique de dix-sept essences couramment exploitées en forêt dense humide africaine. Cette synthèse met en parallèle des résultats d'analyses de cernes faites au Cameroun, en République centrafricaine et au Gabon avec des données issues de campagnes de mesures successives de circonférences dans des dispositifs d'études sylvicoles (Côte d'Ivoire, Cameroun, République centrafricaine, Ghana et Gabon). Elle fournira une base pour le calcul des rotations entre les éventuelles exploitations successives lors d'aménagements forestiers.

Mots-clés : accroissement diamétrique, forêt tropicale humide, arbre forestier, Afrique.

A B S T R A C T

DIAMETER GROWTH OF A FEW AFRICAN RAINFOREST SPECIES

The present paper summarizes the results of a study on the growth of 17 timber species that are commonly logged in African rainforest areas. In addition, the data are compared with the results of growth ring analyses that were carried out in Cameroon, the Central African Republic and Gabon. The data were collected in a series of sampling campaigns to monitor trunk girths in tree plots (Côte d'Ivoire, Cameroon, Central African Republic, Ghana and Gabon). They will provide a basis for calculating rotations between potential successive logging operations within the framework of forest development projects.

Key words: diameter growth, tropical rainforest, forest tree, Africa.

R E S U M E N

INCREMENTO DE LOS DIÁMETROS DE ALGUNAS ESPECIES MADERERAS

Los autores proponen una síntesis de los resultados conseguidos respecto al incremento del diámetro de diecisiete especies madereras explotadas corrientemente en bosque denso húmedo africano. Esta síntesis ponen en paralelo los resultados de análisis de los anillos de crecimiento efectuados en Camerún, en la República Centroafricana y en Gabón con los datos procedentes de campañas sucesivas de circunferencias en los dispositivos de estudios silvícolas (Côte d'Ivoire, Camerún, República Centroafricana, Ghana y Gabón). Esta síntesis permitira obtener un fundamento para el cálculo de las rotaciones entre las posibles explotaciones sucesivas con motivo de las ordenaciones forestales.

Palabras clave : incremento del diámetro, bosque tropical húmedo, árbol forestal, África.

SYNOPSIS

DIAMETER GROWTH OF A FEW AFRICAN RAINFOREST SPECIES

LUC DURRIEU DE MADRON, ROBERT NASI, PIERRE DÉTIENNE

The present paper summarizes the results of a study on the growth of 17 timber species that are commonly logged in African rainforest areas : aningré (*Aningeria altissima*), obeche (*Triplochiton scleroxylon*), bossé clair (*Guarea cedrata*), dabema (*Piptadeniastrum africanum*), dibétou (*Lovoa trichilioides*), iroko (*Milicia excelsa*), kosipo (*Entandrophragma candollei*), kotibé (*Nesogordonia papaverifera*), limba (*Terminalia superba*), longhi (*Gambeya boukokoensis*), moabi (*Baillonella toxisperma*), niangon (*Heritiera utilis*), okoumé (*Aucoumea klaineana*), sapelli (*Entandrophragma cylindricum*), sipo (*Entandrophragma utile*), tali (*Erythrophleum ivorense*) and tiama (*Entandrophragma angolense*).

In addition, the data are compared with the results of growth ring analyses that were carried out in Cameroon, the Central African Republic and Gabon. The data were collected in a series of sampling campaigns to monitor trunk girths in tree plots (Côte d'Ivoire, Cameroon, Central African Republic, Ghana and Gabon). They will provide a basis for calculating rotations between potential successive logging operations within the framework of forest development projects.

COMPARISONS

The mean growth estimates based on growth ring analyses were probably

overestimated because some growth rings were unclear and therefore difficult to measure. There were often false rings that were not identified as such, or very fine undetected rings, especially in sapelli. There could also have been measurement errors due to assessment problems in periods when the studied tree had not reached the canopy (stunted growth). Much interesting information was obtained in the few years beginning in the 1980s, when the girths of standing trees were measured periodically, but the measurement period was not long enough to cover the lifespan of the trees. Comparisons with growth rates calculated on the basis of growth ring analyses involving direct measurements of trunk circumferences should therefore be interpreted with caution. Nevertheless, the growth rates obtained were generally close enough to establish quite accurate growth ranges that could prove useful for determining rotations between two logging operations.

RESULTS

Comparisons of the results highlighted a mean diameter growth range of 4-5 mm/year for *Entandrophragma* sp. (sapelli, sipo, kosipo and tiama) and iroko (*Milicia excelsa*). It ranged from 2-3 mm/year for slow-growing species

such as bossé clair (*Guarea cedrata*) and kotibé (*Nesogordonia papaverifera*). In pioneer species such as obeche (*Triplochiton scleroxylon*), limba (*Terminalia superba*) and okoumé (*Aucoumea klaineana*), diameter growth was found to be about 1 cm/year, with trunk diameters ranging from 20 to 100 cm. Within the framework of the Sangha Mbaéré project, the sampling results revealed constant diameter growth rates for ayous and sapelli in each diameter class.

These results will be useful for the purposes of tropical rainforest management. As no reliable growth data were previously available, the periods between two felling operations (rotation) were determined at random, and not based on any biological rationale. The data that we present here could be useful for forest managers, but it should be kept in mind that only a few species were covered. Indeed, these data provide an indication of the trends, but they should be confirmed by further measurements, e.g. growth data for moabi (*Baillonella toxisperma*). Moreover, further in-depth studies on this topic would be highly recommended to be able to determine annual growth rates, per diameter class, of the main species – this would facilitate calculations of the periods between two felling operations.