

LES ÉCLAIRCIES DANS LES PEUPEMENTS ARTIFICIELS DE FORÊT DENSE AFRICAINNE

Principes de base
et application aux peuplements
artificiels d'Okoumé

par R. CATINOT,
*Directeur des Recherches Forestières
au Centre Technique Forestier Tropical.*



Photo Côte-d'Ivoire 1956.

*Parcelle de Teck C-39 de la forêt de Bamoro (Côte-d'Ivoire).
Cette parcelle est bien réussie.*

SUMMARY

THINNING IN ARTIFICIAL PLANTATIONS IN THE DENSE AFRICAN FOREST

The author attempts a fairly comprehensive analysis of the economic, biological and silvicultural factors which should condition the working out of regulations for thinning in artificial plantations in the dense African forest. He takes the opportunity of emphasizing the importance of phenomena linked with growth and with competition, and the possibility of using the results of the Swedish experiment at Dalby in defining the thinning of tropical plantations. He cites examples and numerical data relating mainly to Okoumé plantations, and applies the principles he has laid down for establishing regulations to artificial Okoumé plantations in Gabon.

RESUMEN

LOS CORTES DE ACLAREO EN LAS PLANTACIONES ARTIFICIALES DE BOSQUE DENSO AFRICANO

En este estudio, el autor intenta proceder a un análisis bastante completo de los factores de carácter económico, biológico y silvícola que deben condicionar la elaboración de un reglamento acerca de los cortes de aclareo a efectuar en las plantaciones arti-

ficiales realizadas en bosque denso africano. Con motivo de esta puntualización, el autor insiste acerca de la importancia de los fenómenos relacionados con el crecimiento y la concurrencia, y, asimismo, acerca de las posibilidades de utilización de los resultados de la experiencia sueca de Dalby para la definición de los cortes de aclareo en las plantaciones tropicales.

Se hace mención de ejemplos y de datos numéricos relacionados, sobre todo, con las plantaciones de okoumé y se aplican los principios enunciados por el mismo para la elaboración de un reglamento acerca de las plantaciones artificiales de okoumé en el Gabón.

PRINCIPES DE BASE

1. POSITION DU PROBLÈME

En zone de forêt dense africaine, d'importantes plantations ont déjà été réalisées en vue de régénérer artificiellement les forêts exploitées. Entreprises depuis 30-40 ans, beaucoup n'ont jamais quitté un cadre expérimental et ont donné lieu à des réussites très diverses ; toutefois, diverses techniques de plantation ont pu être mises au point :

— La méthode des layons : elle est basée sur l'introduction de plants dans des layons d'environ 3 mètres de large, ouverts à intervalles constants dans la forêt dense à régénérer (Méthode AUBREVILLE) ; ces intervalles peuvent varier de 10 mètres à 30 mètres selon le taux d'enrichissement recherché.

— La méthode MARTINEAU : introduction à l'état serré (2 m × 2 m) de plants sous la forêt à régénérer que l'on détruit progressivement (en 12-15 ans) pour mettre petit à petit ces plants à la lumière.

— La méthode Taungya ou Shamba : même type d'introduction que ci-dessus, mais la destruction brutale et complète de la forêt préexistante est réalisée par des agriculteurs qui reçoivent l'autorisation d'installer leurs plantations vivrières en même temps que les plantations forestières.

— La méthode Limba : introduction des plants à équidistance définitive (12 m × 12 m) sous une forêt progressivement détruite à la main, mais beaucoup plus rapidement que par la méthode MARTINEAU, c'est-à-dire en 2-8 ans (ceinturage des gros arbres).

— La méthode Okoumé : introduction de plants à environ mi-distance définitive (5 m × 4 m) sous

une forêt détruite en partie mécaniquement (jusqu'à $\Phi = 30$ cm), et en partie à la main par ceinturage des arbres ; comme pour la méthode Limba, la forêt préexistante disparaît, selon la résistance individuelle des arbres, entre 1-2 ans et 7-8 ans.

D'autres méthodes (recrû, sous-bois, placeaux, etc...) sont encore en cours de mise au point.

A ce titre on peut estimer que 70.000 à 80.000 ha ont été plantés, dont probablement le tiers environ avec succès, concernant spécialement l'Okoumé (*Aucoumea klaineana*) et le Limba (*Terminalia superba*), et sur des surfaces moindres le Niangon (*Tarrietia utilis*), l'Ayous-Samba (*Triplochiton scleroxylon*), le Dibétou (*Lovoa klaineana*), le Teck, des Acajous, etc...

Pour une grande partie des plantations réussies, et spécialement pour l'Okoumé et le Niangon, ainsi que le Teck, le problème des éclaircies est déjà posé depuis plusieurs années et a donné lieu à des recherches et expérimentations dont on peut maintenant tirer certaines conclusions*.

Les premières règles que l'on peut dégager de cette expérimentation et qui seront exposées plus loin pour l'Okoumé montrent que les interventions en éclaircie doivent être réalisées très tôt, vers 8-10 ans. Le problème sera donc très vite d'actualité pour les plantations importantes réalisées actuellement en Côte-d'Ivoire et au Gabon, bientôt au Cameroun.

Aussi nous a-t-il semblé opportun de poser le problème dans son ensemble à l'occasion de la demande, présentée par le Ministère des Eaux et Forêts du Gabon, d'établir un premier règlement pour l'éclaircie des plantations d'Okoumé.

2. OBJECTIF GÉNÉRAL POURSUIVI : DÉFINITION DE L'ÉCLAIRCIE

-- Pratiquer une éclaircie dans un peuplement forestier, c'est :

• déterminer le nombre d'arbres à laisser sur pied pour obtenir à un âge donné le rendement économique et financier optimum (forêts de production) ou une couverture du sol définie (forêts de protection) ;

• choisir sur le terrain les arbres que l'on doit conserver à ce titre : c'est le « marquage de l'éclaircie » ;

* Les plantations de Limba ne posent pas de problème semblable puisqu'elles ont été réalisées à équidistance définitive (12 m × 12 m).

• supprimer les autres par abattage lorsqu'on veut tirer un profit économique de l'éclaircie, ou par toute autre méthode (ceinturage, empoisonnement, etc...) lorsqu'on abandonne en forêt les arbres supprimés par l'éclaircie.

— Pratiquer une éclaircie est une opération délicate et complexe car :

- elle détermine, souvent sans recours possible,

tout l'avenir du peuplement et la réussite finale de la plantation ;

• elle met en cause toutes nos connaissances d'ordre biologique et économique.

Nous allons essayer de rappeler ci-dessous les plus importantes d'entre elles, celles auxquelles il nous semble indispensable de se référer pour définir un dispositif d'éclaircie en zone tropicale.

3. DONNÉES D'ORDRE BIOLOGIQUE

Si nos connaissances en biologie forestière ont fait des progrès considérables depuis vingt ans, la physiologie des arbres tropicaux reste certainement très mal connue et nous en sommes encore à recenser les problèmes qui se posent, sans pouvoir, en général, dégager des solutions définitives. Parmi ces problèmes nous retiendrons ceux qui peuvent influencer sur l'étude des éclaircies : phénomènes de croissance, surtout de croissance en peuplement, et phénomènes de concurrence entre les éléments constitutifs d'un peuplement.

1) Phénomènes physiologiques liés à la croissance :

Tant en diamètre qu'en hauteur la croissance d'un arbre est conditionnée par la nourriture en aliments minéraux provenant du sol, mais surtout en substances élaborées par la photosynthèse ; elle est d'autre part sous la dépendance directe de phénomènes hormonaux qui sont encore bien mal connus mais semblent influencés notamment par l'intensité et la qualité de la lumière (1).

Pour que la synthèse de la matière ligneuse soit possible, il faut la rencontre conjuguée de trois éléments : l'énergie solaire, l'air et l'eau, dont l'action cumulée déclenche en réalité chez le végétal des fonctions très complexes. Nous noterons parmi elles :

LA PHOTOSYNTÈSE. Elle crée, grâce à l'énergie solaire, les éléments constitutifs de la matière ligneuse qui sont essentiellement des hydrates de carbone (CHO) ; les molécules de carbone et d'oxy-

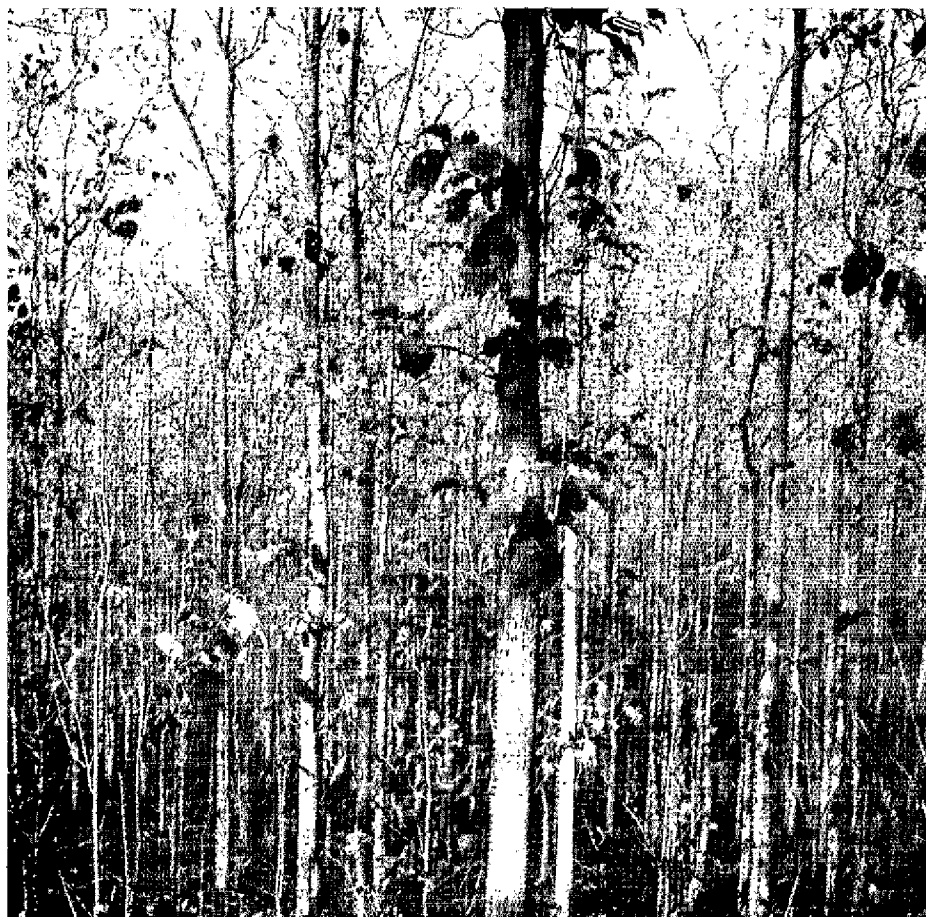
gène proviennent du gaz carbonique prélevé dans l'air, et celles d'hydrogène, de l'eau essentiellement prélevée dans le sol par les racines. La chlorophylle contenue dans les cellules des feuilles est la responsable de cette synthèse qui s'appuie sur l'énergie lumineuse dispensée pour 50 % par les radiations solaires directes et pour 50 % par les radiations diffusées par le ciel.

LA TRANSPIRATION. C'est le rejet, sous forme gazeuse, d'une partie de l'eau prélevée dans le sol par les racines, qui entraîne dans son courant ascendant les substances minérales utilisées partiellement par l'arbre pour la constitution de son bois. L'eau est rejetée dans l'air sous forme de vapeur d'eau par l'intermédiaire des stomates qui constituent également les seules voies d'entrée offertes au gaz carbonique utilisé par la photosynthèse. *La transpiration croît avec la température et de ce fait peut atteindre des valeurs très importantes sous les climats tropicaux : plus de 5.000 m³ d'eau*

(1) Hormone végétale — auxine végétale ; nous emploierons indifféremment les deux termes dans cet exposé.

Plantation de Teck insuffisamment éclaircie, Sokodé (Togo), 1958.

Photo Bégué.





Plantation de Teck. Parcelle A-29.
Forêt de Bamoro (Côte-d'Ivoire), Mars 1956.

Photo Bégué.

ou d'Okoumé pendant quinze ans, et nous constaterons les faits suivants :

1° Il se produit une diminution de la croissance de l'arbre moyen du peuplement, tant en diamètre qu'en volume, et la formation dans le peuplement de plusieurs étages (en général trois : étage dominant, étage dominé, étage surcimé). Ceci correspond sur le plan biologique à divers phénomènes :

a) des phénomènes de malnutrition provoqués par la diminution de la quantité moyenne d'eau mise à la disposition de chaque arbre dans le sol, ce qui se traduit par :

— une diminution de la transpiration, donc une durée moins longue de l'ouverture quotidienne des

stomates, donc une diminution de la photosynthèse c'est-à-dire des substances mises à la disposition de l'assise cambiale qui règle l'accroissement en diamètre,

— une réduction de la quantité d'hydrogène mise à la disposition de la photosynthèse, ce qui amène également un affaiblissement de l'activité cambiale,

— une diminution de la quantité moyenne d'éléments minéraux mis à la disposition de chaque arbre par le sol, donc de la formation des éléments constitutifs du bois, des rameaux, des feuilles, etc...

L'ensemble de ces phénomènes peut donc bien être assimilé à une **malnutrition de l'arbre moyen** ;

b) des phénomènes de déséquilibre entre la photosynthèse et la respiration, sur l'importance desquels on n'a pas suffisamment insisté en milieu tropical.

Quels que soient en effet les soins accordés aux travaux de pépinière et de plantation, les plants introduits ne sont pas tous comparables, ne serait-ce qu'à cause de leur potentiel génétique différent. Aussi, dès les premières années, assiste-t-on à une sélection naturelle entre ceux qui se révèlent les plus vigoureux et les autres, ce qui se traduit surtout par une différence de croissance en hauteur et la formation de différents étages (ceci est déjà très visible dès le stade pépinière). Les plus forts dominent les autres dont la totalité ou une partie du houppier finit par être placée plus ou moins complètement sous le couvert des plus grands.

par hectare et par an pour une plantation d'Eucalyptus (CTFT-Niger-Haute-Volta).

LA RESPIRATION. A l'inverse de la photosynthèse ce phénomène se traduit par l'absorption d'oxygène et le rejet de gaz carbonique, également par les stomates. Bien que l'on admette actuellement qu'il ne constitue pas une véritable combustion, il utilise néanmoins et, de ce fait, détruit des quantités très importantes de matières fabriquées par la photosynthèse ; son intensité croît très rapidement avec l'augmentation de la température, ce qui lui confère sous le climat tropical une importance prépondérante.

2) Phénomènes physiologiques liés à la concurrence.

Les membres d'une population d'êtres vivants présentant les mêmes exigences biologiques finissent par se faire concurrence lorsque leur nombre dépasse une certaine valeur, un « nombre-critique », si les aliments dont ils ont besoin pour vivre ne sont pas en quantité illimitée : c'est « la lutte pour la vie ». En plantation forestière les éclaircies ont précisément pour but d'ordonner cette concurrence, d'éviter que tous les arbres en souffrent, en choisissant parmi eux les plus prometteurs ou les mieux placés et en supprimant les autres pour éviter la concurrence qu'ils pourraient leur faire.

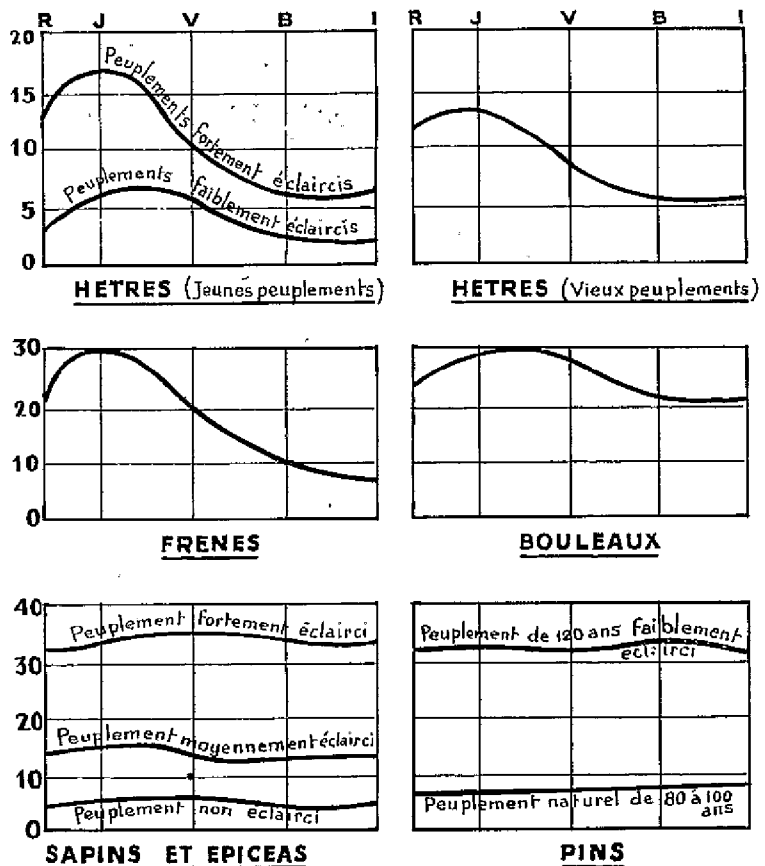
Laissons, en effet, à l'état serré (1.000 à 1.500 plants/ha) une plantation équienne de Teck

Il s'ensuit pour les dominés et les surcimés une diminution de la quantité de lumière mise à leur disposition et, ce qui est encore plus grave, de la qualité de cette lumière : le feuillage des dominants absorbe une part importante des radiations rouges-jaunes les plus utiles à la photosynthèse : ceci résulte notamment des travaux du Conservateur des Eaux et Forêts L. ROUSSEL qui a montré que « sous les peuplements feuillus fournis, les radiations incidentes verticales sont colorées en jaune-vert par suite d'un effet de filtrage à travers les feuilles », ce qu'il illustre parfaitement par les courbes de variation ci-contre (1) :

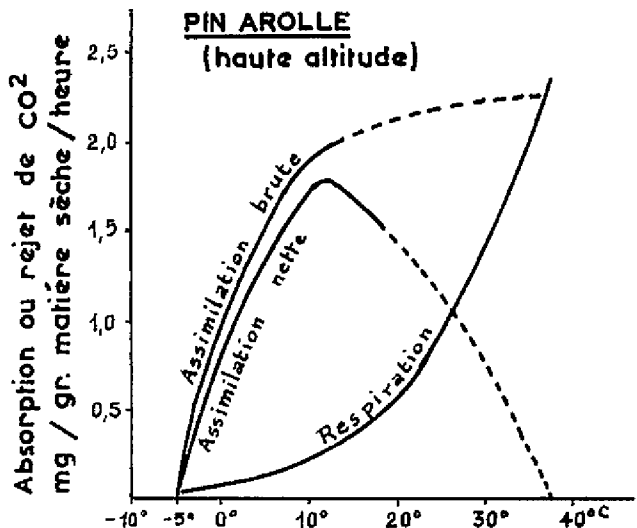
L'activité photosynthétique des dominés et des surcimés est de ce fait réduite, dans une proportion qui dépend de la densité de la plantation à un âge donné, ainsi que de la densité du feuillage ; ceci se traduit donc par une diminution marquée de leur croissance en diamètre.

En contrepartie, l'activité respiratoire se maintient constante pour tous les arbres de la plantation, et à un niveau très élevé du fait qu'en forêt tropicale la température moyenne se situe pratiquement en permanence autour de 25-28°. -- Si l'on se réfère aux travaux des Chercheurs de l'Ecole d'Innsbrück, en attendant la parution de travaux aussi précis pour la forêt tropicale, on a une idée des rapports qui peuvent exister entre photosynthèse et respiration lorsque la température de la station augmente ; les courbes ci-contre reproduites par L. ROUSSEL d'après TRANQUILLINI et valables pour le Pin cembro (Pin Arolle) montrent que pour une espèce donnée l'« assimilation nette » (quantité d'éléments synthétisés restant à la disposition de l'assise cambiale après disparition de la part absorbée par la respiration) diminue très brutalement au-delà d'une certaine température du fait que la respiration ne cesse de croître avec la température, alors que corrélativement la photosynthèse n'augmente pas son activité.

Abordant le problème assimilation-respiration sous un autre angle, D. MULLER et J. NIELSEN ont, dans une récente et remarquable étude, montré que la forêt ombrophile tropicale d'Afrique (Forêt de l'Anguédédou, Côte-d'Ivoire) voit disparaître 75 % des produits fabriqués par la photosynthèse du fait de la respiration : ils ont estimé que sur une production brute primaire de 52,5 tonnes de matière sèche par hectare et par an, 43,5 tonnes sont consommées par la respiration et qu'il ne reste que 9 tonnes à la disposition de l'assise



Variation de la qualité de la lumière transmise au sol sous les peuplements d'essences différentes (L. Roussel) (R = rouge ; J = jaune, etc...), d'après Kunckel.



TEMPERATURES des AIGUILLES

Assimilation carbonée brute et nette et respiration du pin arolle (Pin cembro) dans les hautes Alpes autrichiennes (1.900 m). Eclaircissement d'environ 12000 lux. (D'après Tranquillini.)

cambiale (2). En dehors de sa valeur scientifique ce résultat nous semble d'un intérêt capital,

car il explique pourquoi les forêts denses tropicales n'ont qu'une production ligneuse modeste, comparable aux forêts feuillues de zone tempérée, malgré des conditions climatiques exceptionnellement favorables (température et humidité)*

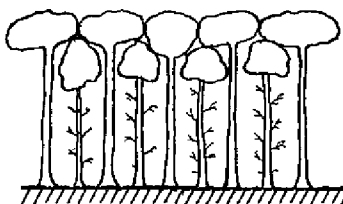
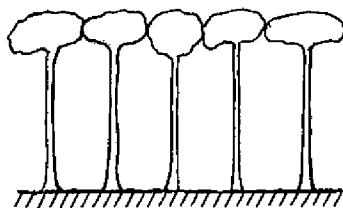
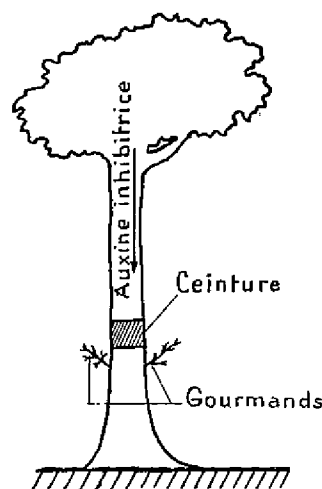
Si l'on applique ces données au comportement physiologique des arbres surcimés et dominés d'une plantation tropicale trop serrée, on peut en déduire qu'alors que leur activité photosynthétique diminue du fait de l'amoindrissement de l'éclairage, leur respiration reste constamment située à un niveau élevé et doit de ce fait consommer tout ou partie de la quantité plus faible d'éléments fabriqués par la photosynthèse. En forêt tropicale la concurrence entre l'étage dominant et les étages dominés sera beaucoup plus sévère qu'en forêt tempérée ou de zone froide. Mais combien faut-il être prudent dans un tel domaine, tant que nous feront défaut les recherches précises qui s'imposent !

En effet, les phénomènes biologiques ont une interaction importante, et ainsi, du fait que les feuilles des arbres dominés ne sont pas exposées en plein soleil, leur température risque d'être assez inférieure à celle du feuillage de l'étage dominant, ce qui devrait entraîner une diminution de la transpiration, donc de la durée d'ouverture des stomates, ce qui devrait se traduire par une diminution de la respiration : quel peut être donc le bilan total ?

2° Du fait d'un état trop serré, nous constaterons aussi des phénomènes de morphogenèse que l'on peut classer en deux groupes :

a) Des déformations du fût des arbres de l'étage dominé. Le fût se penche dans une certaine direc-

* Sans vouloir développer ce sujet qui s'écarte de notre étude, il faut remarquer toutefois qu'une comparaison entre la production d'une forêt de zone tempérée travaillée par des générations de sylviculteurs et celle d'une forêt tropicale NATURELLE « vierge » au sens sylvicole du terme n'est guère acceptable ; la comparaison avec une plantation forestière tropicale serait plus valable.



tion puis se redresse parfois, se tord, semblant attiré par la lumière. A la suite des recherches de WENT sur le phototropisme et d'autres chercheurs sur les relations lumière-auxine, on admet maintenant que ces déformations seraient dues à une destruction de l'auxine de croissance par les radiations bleues de la lumière, ce qui se traduit par un ralentissement de l'élongation cellulaire (croissance en hauteur) sur la face exposée à un éclairage latéral plus intense et à une augmentation correspondante sur la face placée à l'ombre ; ainsi une torsion prend naissance se traduisant petit à petit par une déformation permanente.

b) L'apparition chez les arbres dominés ou surcimés ou mis brutalement en lumière de rameaux et branches sur les fûts jusqu'alors élagués. Ce phénomène est causé par l'entrée en activité de bourgeons « dormants » situés à l'aisselle des premières feuilles (tombées depuis lors) qui font surface et se développent en feuilles et en branches. On l'explique à partir de plusieurs hypothèses dont les plus couramment admises actuellement sont résumées ci-après.

— La théorie des bourgeons apicaux : lorsqu'ils sont largement exposés à la lumière, les bourgeons du houppier (de l'« apex ») fabriqueraient des auxines dont l'action serait inhibitrice pour les bourgeons axillaires et bloquerait leur sortie. De ce fait, lorsqu'un arbre passe progressivement dans l'étage dominé et reçoit ainsi de moins en moins de lumière, ses bourgeons apicaux vont fabriquer des quantités de plus en plus faibles d'auxine inhibitrice, ce qui libérera les bourgeons axillaires qui se développeront sans contrainte en donnant des feuilles et des rameaux. Cette théorie donne donc une explication satisfaisante de la formation des « descentes de cimes » constatée sur les arbres dominés et surcimés et d'une façon plus générale de l'apparition de gourmands sur le fût des arbres constituant un peuplement trop serré, dont les houppiers finissent par s'imbriquer et s'ombrager mutuellement (une partie des bourgeons apicaux échappe à l'éclairage total).

Notons que cette hypothèse permet d'expliquer également l'apparition des « gourmands » au-dessous des ceintures pratiquées pour détruire progressivement des arbres dont le couvert gêne la plantation d'autres espèces en forêt naturelle (Limba, Okoumé, Niangon, etc...) (3) ; comme les auxines émises par les bourgeons apicaux ne peuvent être transportées que par la sève élaborée, la confection d'une « ceinture » détruisant l'assise cambiale sur une certaine hauteur empêcherait le déplacement de l'éventuelle auxine et le bloquerait au-dessus de la ceinture, ce qui libérerait l'activité des bourgeons

Plantation de Teck. Parcelle G-42 (partie Nord) éclaircie en 1955. Forêt de Bamoro, Mars 1956.

Photo Bégué.

dormants situés au-dessous et permettrait l'émission de « gourmands ».

— L'excitation par la lumière : lorsque certains arbres d'un peuplement sont mis brusquement à la lumière (cas des arbres-limites de parcelles), les gourmands qui se développent alors sur leur fût seraient dus à la mise en activité subite de bourgeons dormants sous l'effet du nouvel éclaircissement, beaucoup plus intense, qui aurait « excité » leur développement ; la formation corrélative d'auxines ne serait pas étrangère à ce phénomène encore mal expliqué.

— La réaction à la transpiration : lorsqu'une plantation serrée est éclaircie avec une forte intensité, la quantité d'eau mise à la disposition de chacun des arbres laissés en place augmente brusquement du fait de la disparition totale des arbres coupés par l'éclaircie. Pour arriver à évaporer par transpiration ce surcroît d'alimentation, les arbres émettraient rapidement des feuilles nouvelles qui rétabliraient ainsi progressivement l'ancienne surface évaporante. Notons que la théorie précédente expliquerait aussi ce phénomène que la théorie des bourgeons apicaux éclaire par contre difficilement.

Il semble que deux conclusions s'imposent quelles que soient les théories adoptées :

— Aucune d'entre elles n'est pleinement satisfaisante et des recherches précises seraient bienvenues dans ce domaine car elles auraient une portée pratique considérable sur le règlement des éclaircies.

— Sur le plan pratique la plupart des espèces forestières semblent connaître une situation idéale en peuplement lorsque les houppiers ne se surciment pas mutuellement et les fûts ne sont pas exposés à

Plantation de Teck. Egalement Parcelle G-42 de la forêt de Bamoro, mais dans sa partie Sud, non éclaircie. Mars 1956.

Photo Bégué.



la pleine lumière, c'est-à-dire qu'il faut essayer de maintenir :

— soit un peuplement constitué par un seul étage uniformément dominant et continu qui puisse à lui seul ombrager les fûts,

— soit ce même peuplement engainé par un sous-étage d'autres espèces (recrû ou souille) si le couvert de l'étage dominant n'est pas suffisant,

— soit ce même peuplement dominant et continu placé au-dessus d'un peuplement dominé de la même espèce qui protégerait les fûts des dominants (à condition qu'il soit prouvé que la concurrence n'est pas trop forte),

— soit un peuplement dominant discontinu, dont les houppiers seraient suffisamment écartés pour ne pas se gêner et recouvrant un recrû, d'autres espèces protégeant les fûts.

Une des premières connaissances à acquérir consistera donc à définir les réactions des espèces

à la concurrence mutuelle, c'est-à-dire à pousser l'étude de leur biologie. Nous estimons qu'actuellement nous pouvons classer à ce titre les espèces en trois catégories :

— celles (en général à forte dominance apicale), dotées d'un rithydome épais, qui ne présentent aucune réaction au phototropisme ni au surcimage, ni à l'excès d'éclairement : Combretacées (*Terminalia*), Sapotacées (*Dumoria*, *Mimusops*),

— celles qui présentent au contraire de fortes réactions : Burseracées (*Aucoumea*, *Dacryodes*), Verbenacées (*Tectona*),

— celles qui présentent des réactions faibles : Sterculiacées (*Trilletia*, *Sterculia*, *Triplochiton*), Méliacées (*Khaya*, *Entandrophragma*)... ou mal connues.

Une étude poussée de ces réactions physiologiques (au besoin dans des installations spécialisées du type phytotron) serait particulièrement utile au développement de leur sylviculture.

4. DONNÉES D'ORDRE SYLVIGOLE

Ces données doivent en réalité exprimer deux catégories de résultats : ceux qui relèvent de considérations ou de résultats accumulés par la sylviculture générale dans le domaine des éclaircies et ceux qui correspondent au comportement propre de l'espèce pour laquelle on veut établir les techniques d'éclaircie.

Données sylvicoles acquises par les recherches de Sylviculture générale.

Les essais, recherches et réalisations effectués depuis des siècles par les sylviculteurs ont permis d'accumuler des connaissances précieuses d'une portée très générale d'où des idées et règles peuvent être dégagées au profit des sylvicultures neuves telle la sylviculture tropicale. Voici les notions qui nous semblent essentielles à notre niveau :

1° Evolution de la surface terrière : on admet maintenant que pour une station et une espèce

données la surface terrière d'une plantation atteint une valeur maximum qui n'est fonction ni de l'âge, ni de la densité, sauf en cas de densités anormalement faibles. Ce plafond, cette valeur maximum est atteint d'autant plus vite que la plantation est plus serrée, et c'est une caractéristique intangible de l'espèce et de la station.

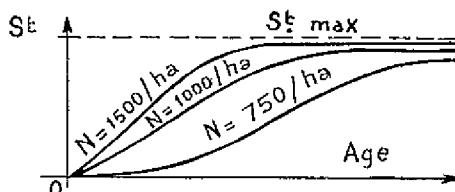
Nous donnons ci-contre, à titre d'exemple, des représentations graphiques des variations de la surface terrière de parcelles caractéristiques de plantation d'Okoumé au Gabon, au Cameroun et en Côte-d'Ivoire. On y remarquera :

— d'une part l'influence de la densité de plantation : à âge égal la surface terrière des parcelles 1-2-3-4-5-6 de forte densité est très supérieure à celle des parcelles 7-8-9 à densité beaucoup plus faible,

— d'autre part l'influence de la station : dans le groupe des fortes densités la surface terrière des parcelles 6 (Gabon), B (Côte-d'Ivoire), d (Cameroun) est très supérieure aux autres,

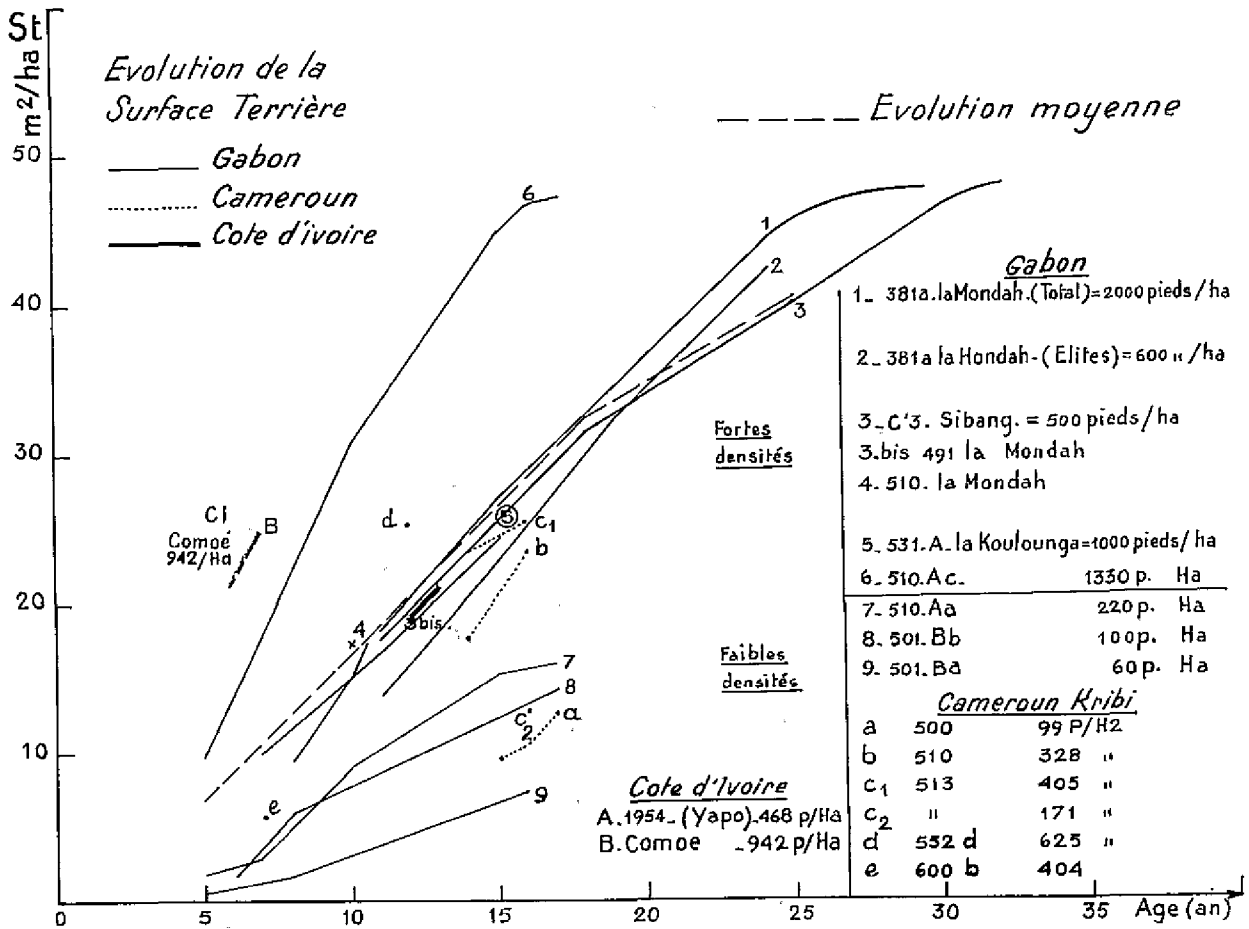
— enfin combien toutes ces valeurs semblent plafonner autour de 48-50 m²/ha, chiffre qui peut être obtenu à des âges très différents.

Variation théorique de la surface terrière d'une plantation forestière en fonction de l'âge et de la densité. N = densité = nombre de liges/ha.



A titre de comparaison, nous donnons enfin la représentation graphique de la surface terrière de peuplements caractéristiques de feuillus et de résineux en Europe extraite de l'Economie Forestière de G. HUFFEL.

En dehors de la suprématie connue des résineux sur les feuillus on y notera combien la crois-



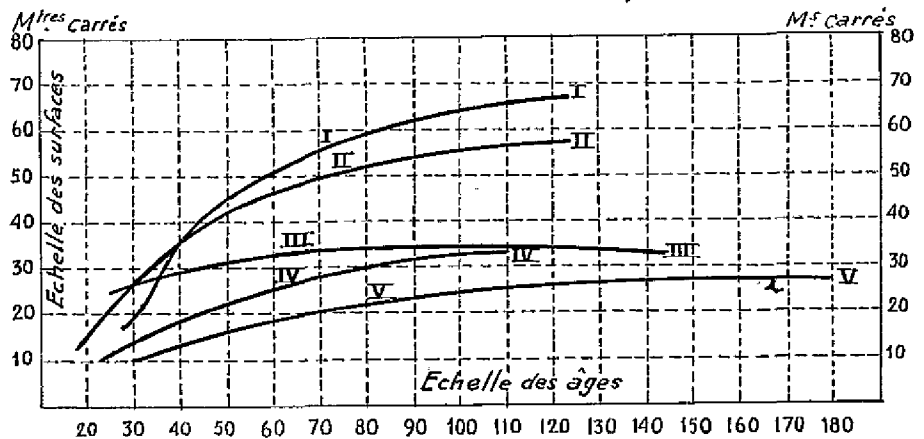
Evolution de la surface terrière en fonction de l'âge dans les plantations d'Okoumé.

sance des espèces tropicales est plus rapide qu'en zone tempérée, ce qu'il n'est jamais inutile de faire ressortir.

On conçoit également que si la densité de plantation est beaucoup trop faible, cette surface terrière maximum ne sera jamais atteinte; cela relève du simple bon sens.

Une fois obtenue cette valeur de la surface terrière maximum, on sait qu'il faut la considérer comme l'objectif qu'il serait vain de vouloir dépasser avec d'autres densités de plantation; compte tenu du nombre maximum de pieds à

- I. Epicéa - Alpes Suisses.
- II. Sapin - Forêt Noire.
- III. Pin Sylvestre. Allemagne du Nord
- IV. Hêtre - Alpes Suisses.
- V. Chêne - Allemagne.





Gabon. Vue de la « Parcelle des Conservateurs » (Forêt classée de La Mondah Cap Esterias).

Photo Service Forestier du Gabon.

dans les meilleures stations mais les dépassent rarement.

Par contre cette valeur représente plus de deux fois celle des forêts denses naturelles africaines dont la surface terrière est de 18, 20 m²/ha (Kango au Gabon, Memni en Côte-d'Ivoire, etc...).

2° Evolution du diamètre. La variation du diamètre moyen du peuplement en fonction du temps se développe en sens inverse de la densité de plantation, ce qui est normal (cf. courbes établies pour l'Okoumé).

3° Evolution du volume total: le volume total (fût et branches) croît évidemment plus vite que la surface terrière tant que les arbres croissent en hauteur en même temps qu'en diamètre. Il est intéressant d'étudier par contre l'évolution du volume total du peuplement lorsque l'accroissement de la surface terrière approche de la valeur asymptotique signalée ci-dessus: c'est ce que nous avons fait à partir d'un peuplement naturel âgé et très dense d'Okoumé (Parcelle des Conservateurs, La Mondah, Gabon) dont la surface terrière ne croît plus que faiblement depuis 10 ans:

Dans la Parcelle des Conservateurs (La Mondah), âgée d'environ cent ans (d'après les premiers essais de lecture des cernes), qui renferme 143 pieds/ha dont 65 dominants, l'accroissement sur la circonférence moyenne (176 cm) depuis 10 ans est de 0,25 cm par an (moins de 1 mm/an sur le diamètre). On peut considérer que la croissance d'une telle parcelle est pratiquement arrêtée, et il est intéres-

l'hectare obtenu à partir des mesures de houppier on peut en déduire la surface terrière de l'arbre moyen donc son diamètre.

On connaît encore mal les valeurs de cette surface terrière maximum pour les bonnes espèces sylvicoles d'Afrique, sauf pour l'Okoumé; nous verrons plus loin que cette espèce se comporte bien en peuplement serré du fait de la plasticité de son houppier (alors que le Limba présente les caractéristiques rigoureusement inverses). En plantation il peut atteindre une surface terrière de 50 m²/ha, ce qui lui donne une position honorable parmi les grandes espèces feuillues du monde: le Chêne et surtout le Hêtre atteignent ces chiffres

Nombre d'Okoumés à accroissement stoppé depuis 1953

Année	Nombre de dominés		Nombre de sureimés		Nombre de dominants		Total du nombre des Okoumés à accroissement stoppé	Nombre d'Okoumés morts	% par rapport aux vivants
	N	%	N	%	N	%			
1954	24	50	2	13	3	3	29	8	18
1960	28	57	4	27	7	7	39	3	24
1965	35	71	7	46	33	34	75	2	48
1967	39	77	7	46	35	36	81	0	55

sant de noter que si la surface terrière est légèrement supérieure à 40 m²/ha, on peut considérer que sa surface terrière totale doit être de l'ordre de 42-43 m²/ha compte tenu d'un certain nombre d'arbres d'espèces autres que l'Okoumé (environ 10 %) qui ont été abattus en 1954 (expérience de Dalby).

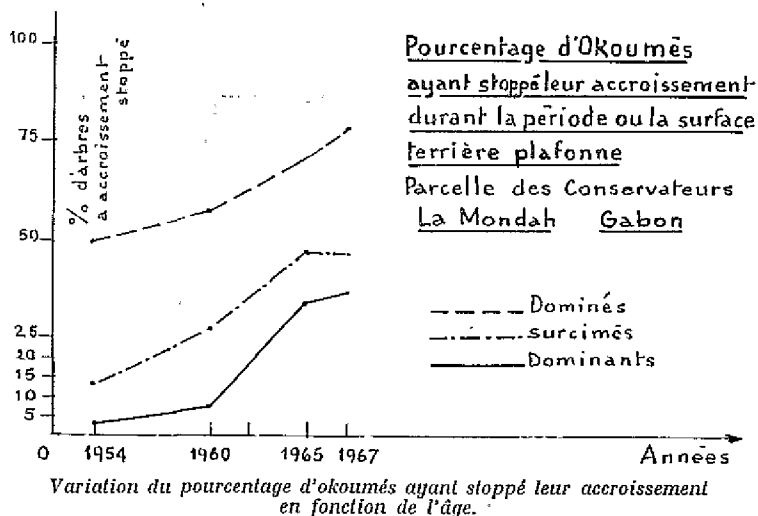
Nous avons essayé de préciser comment s'opère cette stagnation de la surface terrière et comment se répartissent entre les étages les phénomènes d'arrêt de croissance. A partir des comptages et mensurations effectués depuis 1954 dans la parcelle des Conservateurs, nous avons trouvé les chiffres indiqués dans le tableau de la page 24.

Contrairement à ce que l'on pouvait supposer le nombre des arbres ayant stoppé leur accroissement est pratiquement aussi grand chez les dominants que chez les dominés ; mais si on exprime ces nombres en pourcentage on s'aperçoit qu'en 1967, la proportion des tiges ayant stoppé leur accroissement est de :

dominés.....	77 %
surcimés.....	46 %
dominants.....	36 %

Le graphique ci-dessus en représente la variation. Enfin l'analyse de tige par comptage des cernes annuels effectuée sur deux arbres foudroyés a montré que l'Okoumé n° 59 (dominant) présentait 100 cernes, alors que le n° 60 (dominé) n'en présentait que 60, ce qui peut s'interpréter par le fait que depuis 40 ans il ne poussait plus, ce que d'ailleurs confirment les mensurations effectuées depuis 1953.

En ce qui concerne l'évolution correspondante du volume total, nous devons malheureusement faire beaucoup de réserves sur la précision des chiffres obtenus : en effet à défaut d'un tarif de cubage concernant spécialement l'Okoumé (en cours d'établissement) nous avons utilisé un tarif établi par J. BERNARD pour plusieurs espèces gabonaises * mais surtout la mensuration d'arbres tropicaux de fort diamètre continue à poser des problèmes à cause des contreforts, bosses, cannelures, desquamation de l'écorce, etc... ; les chiffres avancés ne sont donc pas rigoureux ; nous les citons néanmoins ci-contre sous la forme d'un tableau chiffrant en fonction des années de mensuration, la surface terrière à l'hectare (S_t/ha), le Volume total à l'hectare (V_t/ha) l'accroissement annuel de la



surface terrière ($\Delta S_t/\text{an}$), l'accroissement annuel du volume total ($\Delta V_t/\text{an}$).

Année	S _t /ha	V _t /ha	$\Delta S_t/\text{ha/an}$	$\Delta V_t/\text{ha/an}$
1960	37,20 m ²	656,300 m ³		
1965	39,20 m ²	688,200 m ³	0,40 m ²	6,380 m ³
1967	40,01 m ²	696,000 m ³	0,40 m ²	5,100 m ³

Nous pensons que ces chiffres ne sont intéressants que par les ordres de grandeur qu'ils situent ; dans ce peuplement dense d'Okoumé âgés de 100 ans :

- le Volume total se situe autour de... 700 m³/ha
- la surface terrière se situe autour de 40 m²/ha
- l'accroissement annuel de la surface terrière est de l'ordre de 1 %
- l'accroissement annuel du volume total est de l'ordre de 5-6 m³/ha

Tout ceci semble signifier que le peuplement n'a pas terminé sa croissance, mais que les valeurs maxima ne tarderont pas à être atteintes.

D'autre part, si l'on rapproche le chiffre du volume total par hectare de ceux que nous avons obtenus à l'Arboretum de Sibang (Gabon) dans les parcelles B₃ et C₃ âgées de 33 ans, nous notons un ordre de grandeur très semblable (700-750 m³/ha) qui semblerait indiquer qu'un hectare de plantation d'Okoumé peut produire de 750 à 800 m³ de bois fort, à un âge variant avec la densité de plantation, mais pouvant se situer autour de 35-40 ans.

4^o Actions de l'éclaircie : son utilité a fait l'objet de nombreuses controverses.

Pendant longtemps on a admis que des éclaircies judicieusement réalisées dans le temps et en intensité faisaient gagner un profit notable à la production totale ; on en voulait comme preuve flagrante l'augmentation de croissance notée sur la

* Tarif Ikoy-Bandja 1952 sur 53 échantillons.

Placette	N/ha	Surface terrière sur ha	Hm	Hm des dominants	V. sur pied m ³ /ha	V. des éclaircies	Production totale	V. Eclaircie V. total
I. Sans éclaircie	1.396	64,9	26,8	29,0	917	305 (Bois mort)	1.222	25 % (Bois mort)
II. Eclaircie modérée . . .	600	43,2	28,1	29,4	608	590	1.198	49 %
III. Eclaircie forte	336	34,8	27,2	29,3	437	739	1.176	63 %
IV. Eclaircie très forte . . .	200	28,9	28,5	30,2	367	766	1.133	67 %

plupart des peuplements dans les années suivant immédiatement l'éclaircie, et on estimait que la somme des produits enlevés par l'éclaircie et du gain de croissance qu'elle provoquait chez les arbres laissés en place constituait, dans le bilan final, un bénéfice certain par rapport aux parcelles non éclaircies.

On en déduisait souvent que les éclaircies devaient être fortes si l'on voulait un gain notable.

Cette conception est maintenant battue en brèche depuis que des mensurations suffisamment précises et le recul du temps ont permis de contrôler l'influence de l'intensité des éclaircies. Un dispositif expérimental établi à Dalby (Suède) semble notamment faire la preuve du contraire. De l'excellente analyse qu'en a faite J. PARDE (4) nous avons extrait le tableau récapitulatif ci-dessus.

Les commentaires qui accompagnent ce tableau peuvent se résumer ainsi :

— une plantation d'Epicea a été traitée selon quatre intensités d'éclaircie différentes,

— l'expérience a été arrêtée accidentellement à l'âge de 81 ans,

— la production totale est restée pratiquement la même quelle que soit l'intensité de l'éclaircie,

— la hauteur moyenne des dominants n'a pas été modifiée,

— le diamètre moyen a par contre été très augmenté par les éclaircies,

— J. PARDE considère que la placette IV donne un bon exemple de la surface terrière critique d'Assman, car à partir de cette intensité le volume total (donc la surface terrière St) semble commencer à chuter*.

On peut toutefois en conclure avec J. PARDE que :

— l'éclaircie fait grossir, donc diminue la durée de la révolution,

— l'éclaircie sélectionne,

— l'éclaircie récolte.

Du point de vue tropical on peut ajouter les conclusions suivantes en se basant surtout sur le fait que ne pouvant encore tirer un profit économique notable des produits d'éclaircie on doit se

* Toutefois l'arrêt prématuré de l'expérience laisse, à mon sens, planer un doute, car à 81 ans la croissance des Epicea n'était pas stoppée, et on peut penser que les arbres des placettes III et IV où la concurrence mutuelle était la plus faible pouvaient encore «rétablir l'équilibre»

fixer comme objectif une production maximum lors de la coupe finale :

— Plus les produits enlevés en éclaircie sont importants, moins la coupe finale est productive : il faudra donc proscrire des éclaircies fortes et tardives (enlevant donc un gros volume non commercialisable) car le volume final sera plus faible que si on avait enlevé plus tôt le même nombre de tiges ; comme d'autre part l'accroissement moyen en diamètre sera plus faible on perd sur les deux tableaux.

— L'éclaircie forte et tardive semble également à proscrire sur le plan biologique car la forme des houppiers est déjà fixée par l'état serré et ils ne pourront plus reprendre en général leur forme normale, ce qui entraînera souvent des descentes de cimes et un faible coup de fouet sur la croissance.

Les termes de cette expérience et ses conclusions semblent se confirmer sur le plan tropical notamment grâce aux résultats d'une parcelle de recherche installée au Gabon depuis 1946 dans la Forêt de La Mondah (Parcelle 464) :

Délimitée en 1946 à partir d'un gaulis très serré d'Okoumé et de quelques autres espèces installées vers 1929-1930 dans une plantation vivrière africaine, cette parcelle a été très brutalement éclaircie en 1950 par la suppression de plus de deux arbres sur trois. Contrairement aux espoirs placés en elle, cette éclaircie n'a eu aucun effet sur la croissance des arbres laissés en place qui semble s'être maintenue au niveau de ce qu'elle était à l'état serré.

Le tableau ci-dessous en donne les caractéristiques essentielles :

Date	Nbre d'arbres/ha	S _i /ha	V total/ha	Observations
1929	2.000			Nbre d'arbres estimé
1930	3.000	0	0	
1946	1.030	31,10 m ²		
1950	855	33,10	379 m ³	
1950 (ap. éclair.)	275	19,10	233	On a donc abattu lors de l'éclaircie 146 m ³
1953	270	19,97		
1967	245	26,40	368	

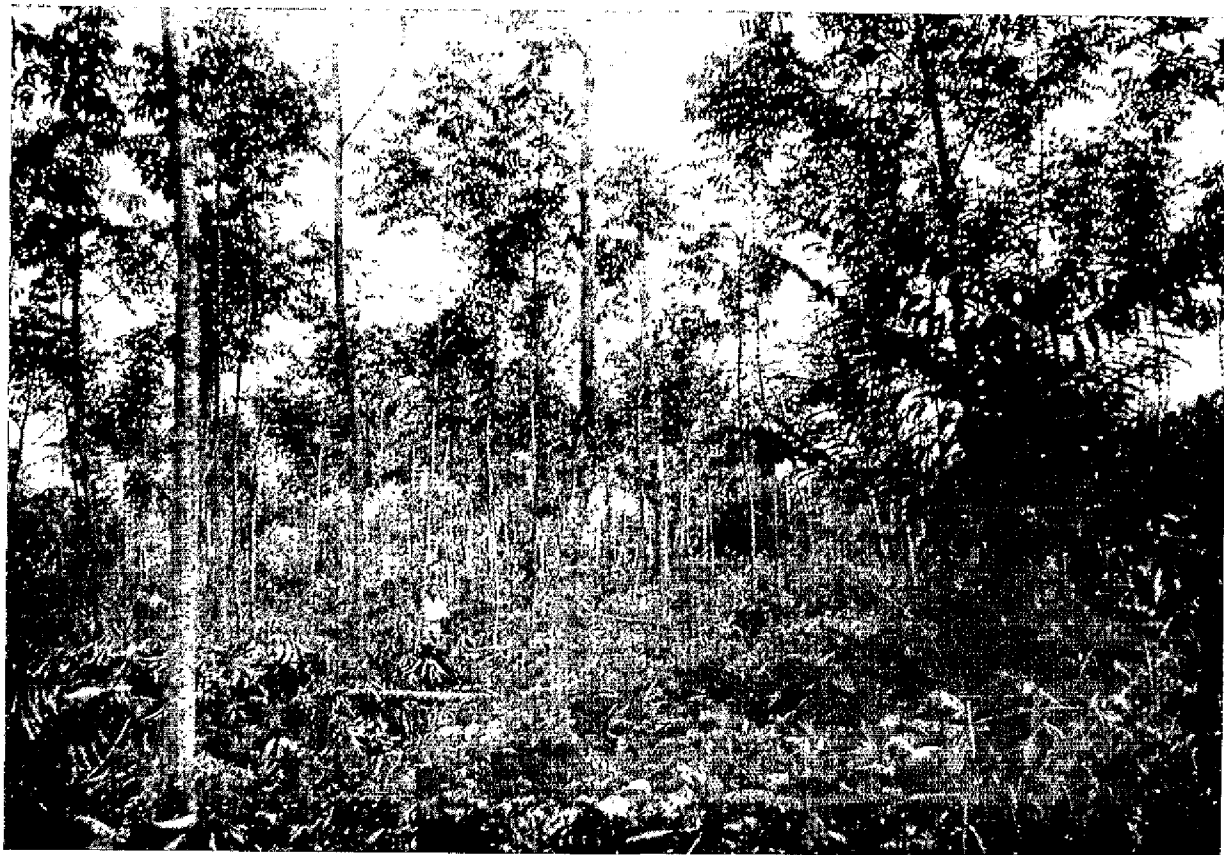


Photo C. T. F. T.

Jeunes okoumés au Gabon après une éclaircie précoce.

Ainsi donc, entre 1950 et 1967, soit dix-sept ans après l'éclaircie, la surface terrière n'a crû que de : $7 \text{ m}^2 \text{ 30/ha}$ et le volume total, de : $135 \text{ m}^3/\text{ha}$, soit : $8 \text{ m}^3/\text{ha/an}$, alors qu'en 1950, à l'âge de vingt ans elle produisait : $19 \text{ m}^3/\text{ha/an}$ et possédait une surface terrière de $33 \text{ m}^2/\text{ha}$ ce qui était normal à un âge pareil pour une plantation serrée d'Okoumé. D'autre part, l'analyse des accroissements individuels montre que le gain donné par l'éclaircie se situe entre 0 et 20 %.

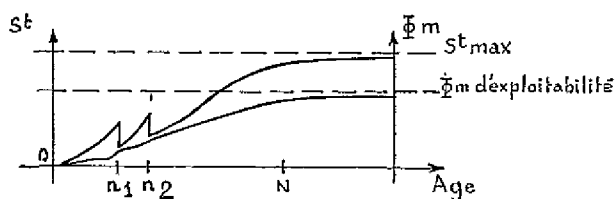
Il semble que l'on puisse essayer d'expliquer ces « anomalies » par la leçon de l'expérience de Dalby ; en effet le volume total produit par cette parcelle en 1967 était de :

V_t en 1967	368 m^3
V éclairci en 1950	146 m^3
V arbres morts depuis 1930 (parcellaire)	30 m^3
Volume total	544 m^3/ha

Si l'on rapproche ce chiffre de celui de $700 \text{ m}^3/\text{ha}$ produit à 100 ans par la Parcelle des Conservateurs qui lui est voisine sur le terrain, on admettra qu'il n'est pas anormal. Mais par contre si on le compare à la production des parcelles B₃ et C₃ de Sibang qui à 20 ans au moment de l'éclaircie de la P. 464

avaient la même surface terrière et le même volume total, on peut affirmer que si cette dernière n'avait pas été éclaircie elle aurait présenté dès les années 1963-1964 une surface terrière de $48\text{-}50 \text{ m}^2$ et un volume total de $700\text{-}750 \text{ m}^3/\text{ha}$. Reste à connaître dans 10-15 ans ce que sera le diamètre moyen des dominants de ces parcelles et celui de la P. 64 : nous saurons alors seulement si l'éclaircie a été payante ou néfaste.

Il faut donc exécuter des éclaircies très précoces et fortes pour arriver le plus vite possible à la densité correspondant à la plus forte croissance en diamètre jusqu'à la récolte finale, ce que nous cherchons à schématiser par les courbes ci-dessous :



Variation théorique de la surface terrière et du diamètre moyen dans un système optimum d'éclaircies.

Après deux éclaircies fortes dans le jeune âge (âges n 1 et n 2) l'âge d'exploitation N devrait correspondre idéalement à celui où la surface terrière atteint sa valeur asymptotique et le diamètre moyen la valeur du diamètre d'exploitabilité (fixée à l'avance).

Données sylvicoles propres à l'espèce étudiée.

Ces données doivent provenir de résultats obtenus sur des parcelles de recherche établies depuis longtemps dans des stations représentatives des différentes écologies : on ne peut pas envisager d'établir un règlement d'éclaircie si l'on n'a pas derrière soi plusieurs dizaines de parcelles d'essai s'appuyant si possible sur plusieurs décennies. Dans ces parcelles on aura étudié :

1° La croissance individuelle : elle devra être caractérisée par les paramètres suivants :

— variation des mesures de diamètre (ou circonférence) et de hauteur (totale et jusqu'à la

première branche) en fonction de l'âge et de la densité de plantation,

— analyses de tige et si possible tarifs de cubage correspondants,

— variation concomitante du volume.

2° La croissance en peuplement : détermination de la surface terrière, du volume bois fort, du volume fût de l'ensemble du peuplement et leur variation avec l'âge, mesure des caractéristiques de l'arbre moyen (en fonction de la densité du peuplement).

3° L'évaluation de l'équidistance définitive : elle doit se faire surtout à partir de mesures de houppiers d'arbres exploitables, en général en forêt naturelle, car il est particulièrement rare de disposer d'arbres mûrs dans des plantations forestières tropicales. Ces mensurations sont très difficiles, car, que d'hésitations avant de déterminer la projection sur le sol du houppier d'un grand arbre ! et que de recherches avant de trouver en forêt naturelle un nombre suffisant de bouquets de la même espèce permettant d'établir des moyennes ayant une signification statistique !

A ce titre on ne saurait passer sous silence la remarquable étude de H. C. DAWKINS qui a déjà réalisé ce travail pour les principales espèces d'Afrique tropicale (5) : il suffit simplement de le préciser dans les principales stations écologiques de la zone étudiée. De toute façon on ne peut admettre, à partir de la forêt naturelle qu'une précision assez faible, tant sont variables, sinon contradictoires, les résultats trouvés ; il faut toujours se contenter d'une fourchette qui semble varier entre 8-10 mètres pour les espèces pouvant supporter une plantation « serrée » (au sens tropical du terme) et 15-18 mètres pour les espèces plus exigeantes individuellement.

On ne doit en effet jamais perdre de vue qu'en forêt tropicale africaine les espèces de l'étage dominant prennent un développement de houppier considérable qui nuit fatalement à leur croissance en peuplement ; en dehors du Teck, très rares seront les espèces que l'on pourra espérer conduire à une densité finale de 90-100 pieds/ha ; pour la plupart, celle-ci se situera entre 60 et 80 pieds/ha.

4° Les réactions de l'espèce à la lumière et à l'état plus ou moins serré : descentes de cime, fûts lordus, etc... (cf. plus haut).

5° Les techniques de recherche : en dehors des mesures de houppier à réaliser

*Plantation de Teck de 15 ans à Tokpo
(Alama). Dahomey.*

Photo Sarlin.



en forêt naturelle, on a intérêt à effectuer les autres essais et recherches dans des dispositifs spécialement conçus à cet effet, parmi lesquels on peut citer :

- des parcelles plantées à différentes densités et notamment à certaines densités très fortes, même anormalement fortes (1.500 à 2.500 pieds/ha) de façon à déterminer le plus vite possible la **surface terrière maximum** que peut supporter un hectare d'une station caractéristique planté avec l'espèce à étudier. Nous avons déjà noté le grand intérêt sylvicole d'un tel facteur.

Ces parcelles ne seront en principe jamais éclaircies, car elles doivent donner les renseignements sur la croissance individuelle et en peuplement pour une densité donnée.

- des parcelles de plantation éclaircies à des âges différents et des intensités différentes, afin de donner les mêmes renseignements que ci-dessus ainsi que les réactions morphologiques à l'éclaircie (descente et remontée de cime, extension du houppier, etc...).

On a intérêt à établir ces parcelles selon un dispositif à répétition permettant un contrôle statistique des résultats. En voici un exemple actuellement mis en place par le C. T. F. T. dans les plantations de Teck du Dahomey :

Pour déterminer l'âge et l'intensité optima de la première éclaircie, on a installé le dispositif ci-dessus aux âges de 3 ans et 4 ans.

- des dispositifs prétendant donner à la fois tous ces résultats : le plus connu est celui qui a été conçu et mis en place par les forestiers d'Afrique du Sud (O'CONNOR) pour étudier les lois de croissance et les modalités d'éclaircie dans les plantations de Pins. Dénommé C. C. T. Plots — Curvilling Correlated Trend Plots — il consiste à installer avec répétition statistique un nombre de parcelles correspondant au nombre le plus probable d'éclaircies à réaliser durant la vie du peuplement (par exemple celles qui correspondraient à des densités de 1.500, 1.000, 750, 500, 300, 175 pieds par ha), à

Forêt de Bamoro (Côte-d'Ivoire). Teck en plantation dans la parcelle C-50 éclaircie à 5 ans.

Photo Bégué.

Schéma théorique du dispositif.

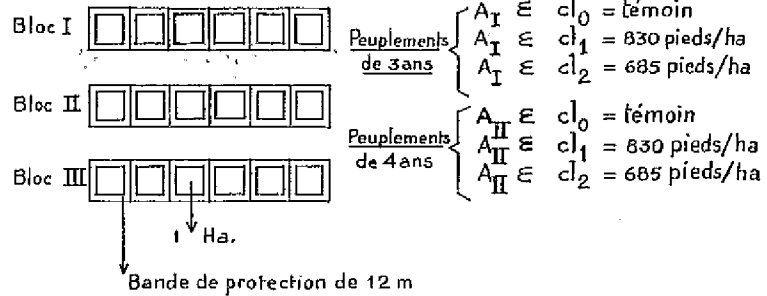
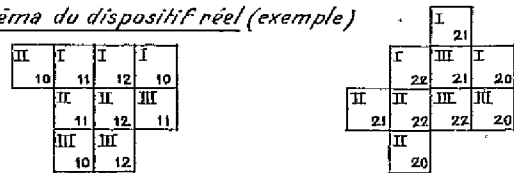


Schéma du dispositif réel (exemple)

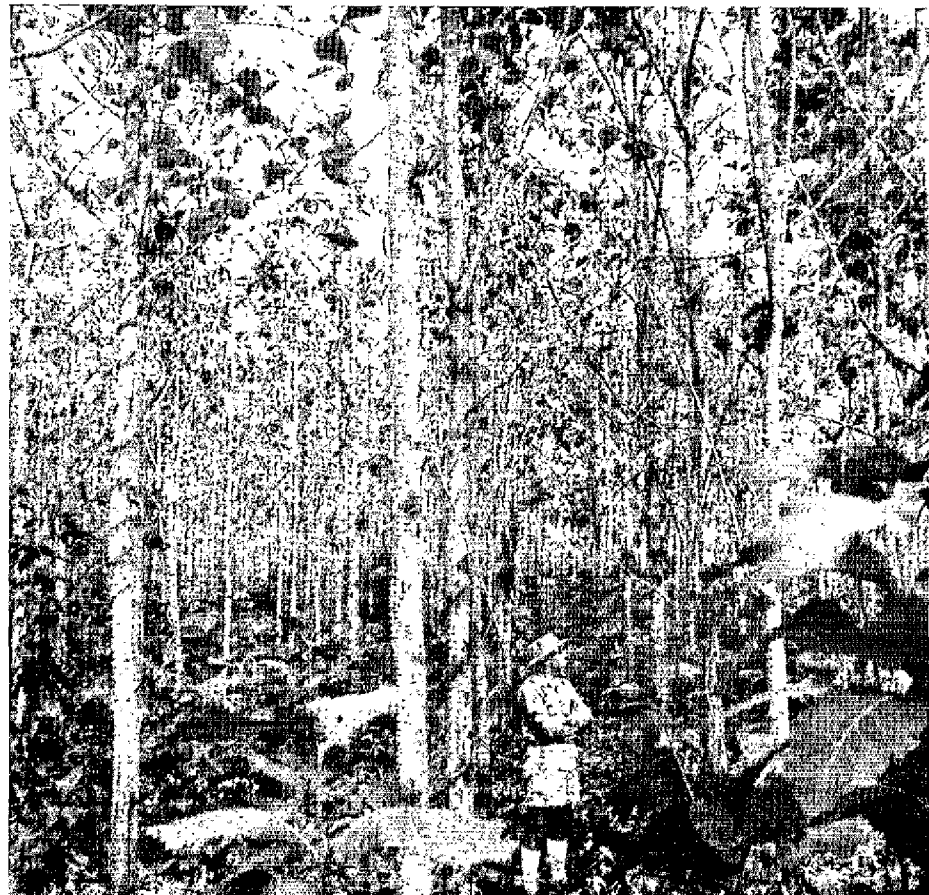


A I = Peuplement de 3 ans A II = Peuplement de 4 ans
(Les bandes de protection ne sont pas représentées)

Dispositif de recherches sur les éclaircies de Teck au Dahomey.

planter toutes ces parcelles en même temps à la densité la plus forte (en l'occurrence 1.500 pieds/ha) et à les éclaircir progressivement à chacune des densités retenues (1.000, puis 750, puis 500, etc...), dès que par mensuration on s'aperçoit que la concurrence va commencer à jouer et en conservant chaque fois une parcelle-témoin.

Lorsque le dispositif est arrivé au terme de son



exécution on connaît donc par mensuration toutes les caractéristiques sylvicoles cherchées à tout âge et pour un grand nombre de densités de planta-

tion, ce qui doit permettre d'établir un règlement d'éclaircie approprié à la station et à la nature des produits recherchés *.

EXEMPLE D'IMPLANTATION D'UN C. C. T. — PLOTS.
TECK — GMELINA — PINS — EUCALYPTUS.

I. — La densité de plantation est de 2.500 pieds/ha (2 m × 2 m).

II. — On estime que la densité finale, en vue de la production de bois d'œuvre ne saurait être inférieure à 150 pieds/ha (8 m × 8 m).

En sécurité on étudiera cependant une densité de : 120 pieds/ha (9 m × 9 m).

III. — Entre ces deux densités extrêmes de 2.500/ha et 120/ha, on place six autres densités, estimant qu'on établit ainsi une « grille » suffisamment serrée qui doit permettre d'encadrer tous les cas avec une précision valable. Cette grille sera de :

Numérotation de la densité	Densité	Equidistance moyenne correspondante
A	2.500	2 m × 2 m
B	1.500	2,60 m × 2,60 m
C	1.000	3 m × 3 m
D	750	3,75 m × 3,75 m
E	500	4,75 m × 4,75 m
F	300	5,75 m × 5,75 m
G	200	7 m × 7 m
H	120	9 m × 9 m

IV. — Exemple de dispositif par tirage au sort :

Type d'intervention	Densité/ha	Numéros de parcelles			
A	2.500	1	9	17	25
B	1.500	2	10	18	26
C	1.000	3	11	19	27
D	750	4	12	20	28
E	500	5	13	21	29
F	300	6	14	22	30
G	200	7	15	23	31
H	120	8	16	24	32

APPLICATION DE CES PRINCIPES GÉNÉRAUX

Projet de règlement des éclaircies dans les plantations d'Okoumé

La superficie des plantations d'Okoumé réalisées au Gabon se situe actuellement autour de

20.000 ha et leur rythme annuel est voisin de 3.000 ha. L'étude du règlement d'éclaircie à leur

* Notons toutefois que la conception de ce dispositif semble s'opposer aux résultats du dispositif de Dalby : en effet d'après ces derniers, le volume final des plantations à grand écartement d'un C. C. T.-Plots serait en réalité diminué des volumes des coupes d'éclaircies réalisées pour amener ces parcelles à leur écartement final, tandis

que les promoteurs des C. C. T.-Plots admettent que ce volume serait le même que si la plantation avait été faite directement à la densité finale. De toute façon, le C. C. T.-Plots permettra inversement de vérifier les conclusions du dispositif de Dalby.

appliquer est rendue malaisée du fait que nous ne disposons d'aucune expérience ancienne puisque les plantations les plus âgées ne sont pas encore parvenues à l'âge d'exploitation. Nous pouvons toutefois nous référer à des recherches sur les éclaircies des plantations d'Okoumé mises en place au Gabon depuis bientôt vingt ans. De toute façon, il faut bien admettre que tout règlement sur ces

éclaircies doit être actuellement considéré comme provisoire et devra conserver sans doute longtemps un caractère expérimental.

Selon le schéma d'étude exposé dans la première partie, nous allons d'abord rassembler et analyser les données d'ordre économique, sylvicole et biologique, puis nous en déduirons le projet de règlement proposé.

1. DONNÉES D'ORDRE ÉCONOMIQUE

Les données essentielles d'ordre économique dont nous disposons actuellement sont les suivantes :

Un des soucis majeurs du Gouvernement Gabonais en matière forestière est d'assurer, sans chute de production, le relais de l'exploitation de la forêt naturelle par celle des peuplements forestiers artificiels d'Okoumé ; le plan d'aménagement de ces plantations vise donc à hâter le plus possible leur mise en exploitation.

Les industriels utilisant les bois tropicaux ont recherché pendant longtemps les grosses grumes dont le rendement se révélait le meilleur à l'usinage ; à ce titre on estimait que le diamètre des Okoumés commercialisés devait être à la base de 0,80 et plus. Mais compte tenu, d'une part, des progrès faits dans le domaine du déroulage et, d'autre part, de la mise courante dans le circuit commercial de grumes d'Asie et d'Amérique tro-

picales d'un diamètre d'environ 0 m 55 à 0, m 65 on estime que le diamètre d'exploitabilité des plantations d'Okoumé peut être ramené à 0,70 m qui est d'ailleurs le diamètre réglementaire d'exploitabilité de l'espèce.

Les études de production faites dans le cadre de la Cellulose du Gabon ont montré que le prix de revient des perches d'Okoumé produites dans les éclaircies était important et interdisait leur utilisation par une usine de pâte à papier hors d'un rayon de 30-40 kilomètres.

En conclusion l'objectif économique qui découle de ces considérations consiste à produire des grumes d'un diamètre à la base de 0,70 m, sans essayer pour le moment de tirer parti des produits d'éclaircie ; on estime que ceci entraîne une révolution de 50 ans pour les plantations d'Okoumé, compte tenu de lectures de cernes en peuplements naturels et en plantation.

2. DONNÉES D'ORDRE SYLVICOLE

Tirées des résultats des recherches entreprises dans les parcelles d'essai, ces données peuvent se résumer ainsi :

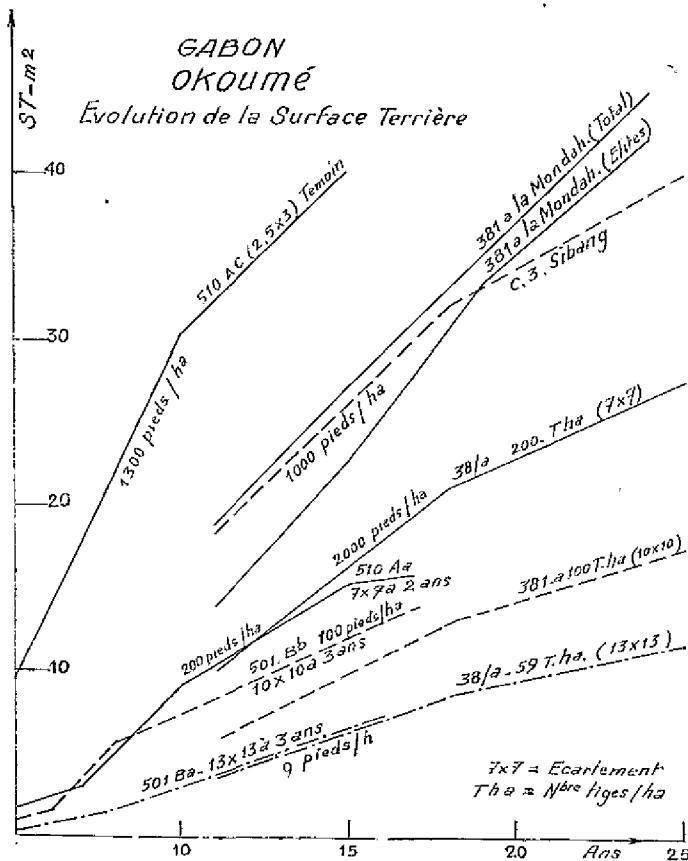
Equidistance définitive (Equidistance en place).

a) Le diamètre moyen du houppier (appelé aussi cime) d'un Okoumé de 0,70 m de diamètre se situe entre 10 et 12 m ; ceci relève d'une part des observations et mensurations faites au Gabon et d'autre part de l'étude réalisée en forêt dense tropicale par H. C. DAWKINS. Il est certain que l'on rencontre en forêt naturelle des cimes beaucoup plus larges ou plus étroites, mais les chiffres ci-dessus concernent des moyennes. Alors que certaines espèces comme les *Terminalia* ou les *Mimusops* ont une forme de houppier très rigide et une grande extension dès le jeune âge, la cime des okoumés a la forme d'un V recouvert d'un dôme, grossièrement d'un choux-fleur.

Dans sa forme de jeunesse le houppier d'Okoumé peut rester longtemps en plumeau avec une extension très faible en diamètre sans que sa croissance

en soit affectée. Plus tard, si l'état serré persiste, il peut parfaitement s'aplatir dans un seul plan comme une sorte de lame mais il semble qu'alors il existe une compensation sous forme de l'extension en hauteur du houppier qui peut atteindre facilement 25 mètres entre le sommet et la première branche.

D'autre part il n'est pas rare d'observer dans la forêt naturelle des bouquets de trois ou quatre okoumés de 60-70 cm de diamètre situés à 5-6 m les uns des autres, ce qui est très déroutant quand on veut déterminer une équidistance moyenne pour les arbres en place ; mais en réalité une observation plus poussée montre que la distance qui sépare ces bouquets des okoumés périphériques les plus proches est en général importante et en général du moins égale à 30-40 m. Ceci nous a donné l'idée de découvrir le plus minutieusement possible l'enracinement de trois okoumés de 60 cm de diamètre moyen, et placés à 4-6 m les uns des autres (Station de l'Ikoy-Bandja Gabon) : nous avons pu constater que les trois enracinements



donnaient l'impression de n'en faire qu'un seul dont l'extension totale atteignait environ 100 m en diamètre et que l'enlacement des racines était souvent tel que l'on croyait voir des soudures de racines comme le montrent les photographies ci-jointes. Il semble bien que sur le plan biologique ces trois grands okoumés agissent un peu, du point de vue de leur enracinement, comme le ferait une véritable cépée, ce qui explique pourquoi à plusieurs dizaines de mètres à la ronde aucun autre Okoumé ne pousse.

b) Il en résulte que l'on doit se fixer comme objectif la production par hectare de 70 à 100 okoumés de 0,70 m de diamètre.

c) La surface terrière d'une plantation équienne réalisée avec cette bonne espèce sylvicole peut atteindre 40-50 m²/ha. C'est le cas au Gabon de la parcelle 381-a de la Mondah (30 ans) où elle atteint actuellement 48 m²/ha (avec 2.000 piéds/ha) ; c'est le cas de la parcelle C₃ de Sibang (33 ans) où elle atteint aussi 48 m²/ha ; c'est enfin le cas de la parcelle 510 At de la Mondah où à l'âge de 17 ans elle se situe autour de 46 m²/ha. Mais ces parcelles semblent être exceptionnelles du fait de leur faible surface. Aussi proposons-nous que compte tenu de la fertilité inégale des terrains de plantation, on se fixe comme objectif à atteindre une surface terrière de 30 à

40 m²/ha pour les plantations d'Okoumé sur grandes surfaces.

d) Cette surface terrière de 30 à 40 m²/ha correspondrait pour un diamètre moyen de 0,70 m à la base, à une plantation renfermant de 85 à 110 okoumés par hectare.

e) Compte tenu de nos estimations précédentes du diamètre moyen des houppiers, nous proposons finalement de fixer à 85-100, soit en moyenne 90 Okoumés/ha le nombre optimum à produire en plantations ce qui correspond à une équidistance moyenne de 11 m × 11 m.

Croissance des plantations :

En l'absence de tarifs de cubage pour chaque catégorie de diamètre,

Station de l'Ikoy-Bandja (Gabon). L'enracinement de ces 3 okoumés placés à 4-6 m les uns des autres donne l'impression de n'en former qu'un seul.

Photo Catnot.



nous caractérisons cette croissance par la surface terrière de l'ensemble de la plantation, ou, si besoin est, des dominants et des dominés. Les données recueillies à ce jour sont indiquées dans les graphiques des pages 23 et 25.

a) La valeur totale de cette surface terrière est évidemment fonction du nombre d'arbres plantés à l'hectare et croît avec lui ainsi que le montrent les courbes de variation des parcelles :

381-a La Mondah.	2.000 pieds/ha
C3 Sibang	1.000 puis 500 pieds/ha
510 At	1.300 pieds/ha
464 La Mondah..	240 pieds/ha
510 Aa	200 pieds/ha
501 Bb	100 pieds/ha
501 Ba	99 pieds/ha

b) Les courbes représentatives s'infléchissent (diminution de la croissance globale) à partir de 10 ans, et surtout vers 15-18 ans pour atteindre vraisemblablement au mieux 45-50 m²/ha à un âge encore indéterminé, mais qui semble devoir être d'autant plus réduit que le peuplement est plus serré.

c) Si l'on compare respectivement la surface terrière obtenue avec 59 pieds/ha (501 Ba), 100 pieds/ha (501 Bb), 200 pieds/ha (510 Aa) à celle des 59, 100 et 200 plus beaux arbres obtenus dans la parcelle 381-a qui renferme 2.000 pieds/ha, on constate qu'elles sont très voisines, sauf pour 501 Bb. Ceci est valable jusqu'à l'âge de 18 ans et confirme que dans sa jeunesse, l'Okoumé pousse très bien en peuplement serré, et que tout se passe comme si les dominés ne gênaient pas les dominants dans leur croissance.

d) A partir de ces constatations, on serait tenté de réaliser des plantations d'Okoumé serrées et de ne pas faire d'éclaircie.

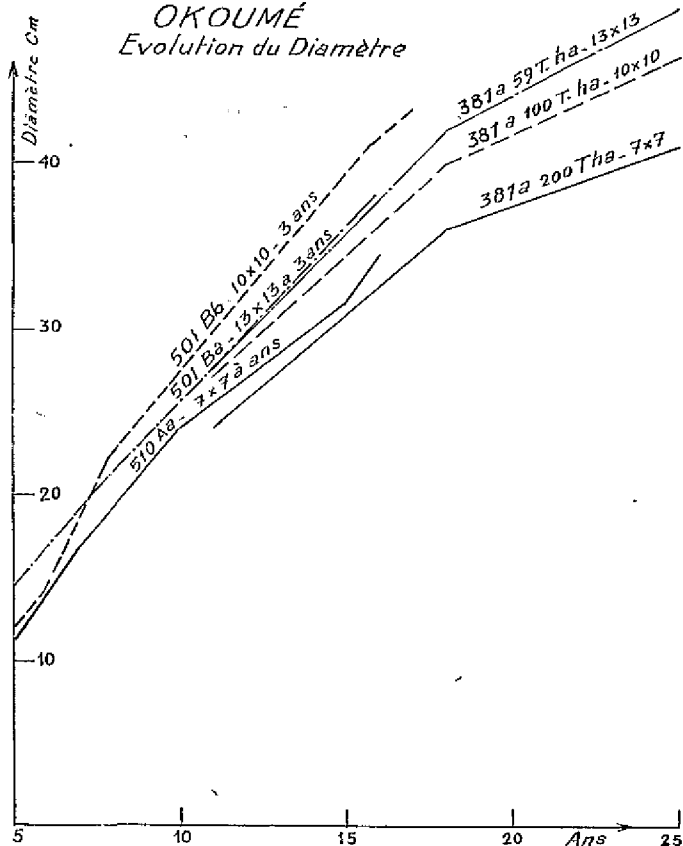
Croissance individuelle des okoumés.

Nous la caractérisons par le diamètre à la base du fût (à 1,30 m de haut). Voici les données recueillies :

a) Le diamètre arithmétique moyen varie avec la densité de plantation et en sens inverse (Graphique ci-dessus sauf pour la 501 Bb qui semble avoir une croissance anormale.

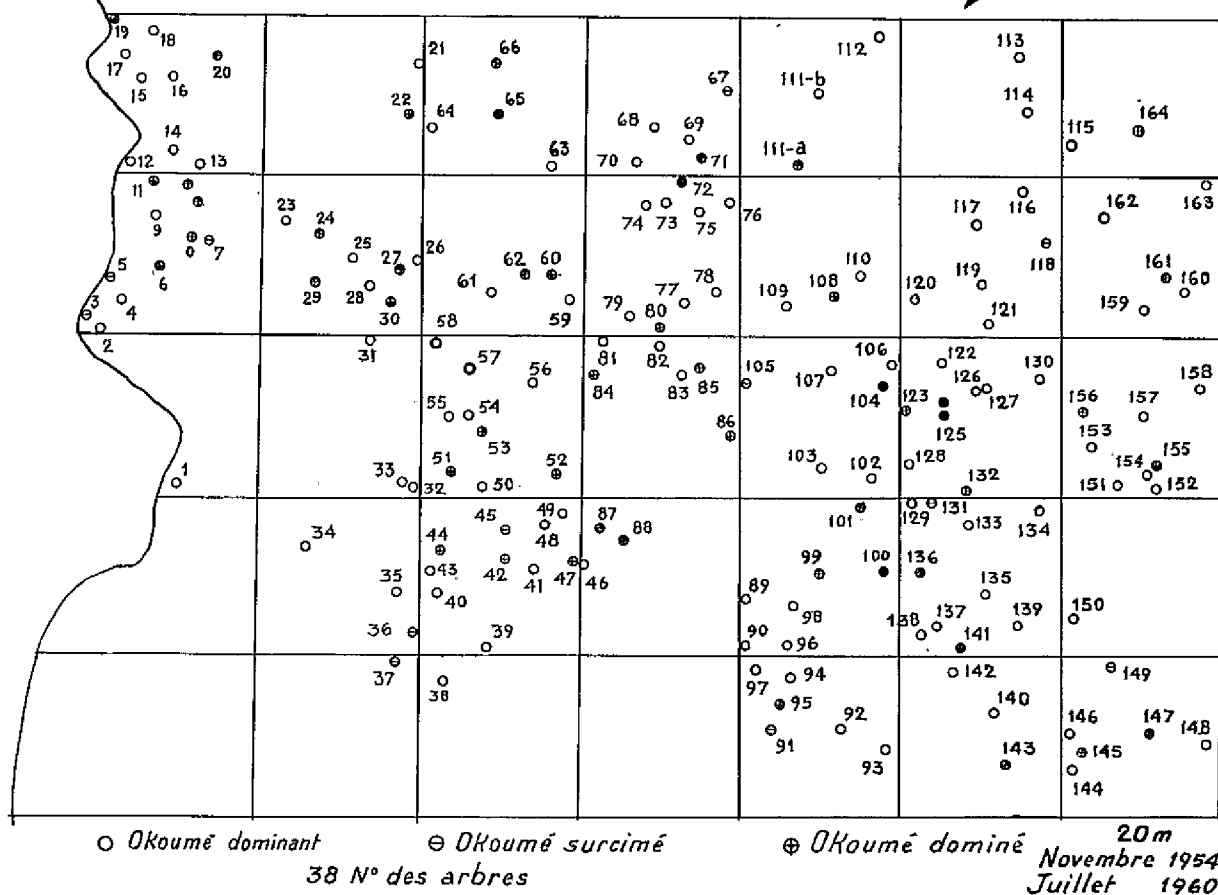
b) Comme pour la surface terrière, les courbes de variation s'infléchissent à partir de 15-18 ans, sauf pour les plantations très serrées (510 Aa) pour lesquelles la concurrence joue plus tôt.

OKOUMÉ Evolution du Diamètre



Vue de détail de l'enchevêtrement des racines.

Parcelles des Conservateurs ↙ N.G.



Plan de la Parcelle des Conservateurs.

e) De la même façon, jusqu'à l'âge de 18 ans, le diamètre moyen des 59, 100, 200 dominants de la parcelle 381-a n'est pas inférieur à celui des parcelles plantées au départ à la même densité (Graphique de la p. 33).

d) Par contre il semble en être tout autrement dans les parcelles âgées ; nous n'en possédons qu'un seul exemple, mais précis, celui de la Parcelle des Conservateurs, déjà commenté dans la première partie de l'étude.

e) Tout semble donc se passer comme si une plantation d'Okoumé, quelle que soit sa densité, croissait d'une façon assez uniforme jusqu'à ce qu'elle ait atteint une **surface terrière de l'ordre de 35-40 m²/ha** ; à partir de ce moment, sa croissance s'arrête, ou pour être plus précis atteint des chiffres très faibles qui « poussent » sa surface terrière (donc son volume) jusqu'à une valeur asymptotique caractéristique de la station ; seuls les dominants continuent à croître faiblement en diamètre au détriment des dominés qui disparaissent progressivement et vraisemblablement de certains surcimés. Si la densité de plantation est

très forte, cette valeur de la surface terrière est atteinte très tôt (entre 25 et 30-35 ans), mais alors les okoumés dominants ont un diamètre de 45 à 60 cm et il est à craindre qu'ils aient besoin de plusieurs décennies pour atteindre 70 cm ; au contraire si la densité de plantation est faible, cette valeur maximum sera atteinte plus tard, mais la croissance individuelle se sera **maintenue forte** et finalement le diamètre moyen fixé (0,70 m en l'occurrence) sera atteint plus tôt.

f) Tout l'art du Forestier semble donc consister dans ce domaine à définir l'équidistance (ou les équidistances progressives) qui conserveront au peuplement la croissance optimum conduisant la plantation à un diamètre moyen de 0,70 m. L'équidistance finale ayant été déjà fixée, à partir d'autres considérations, à environ : **11 m × 11 m**, on peut envisager de produire les 90 okoumés/ha correspondants de deux façons différentes :

— soit en plantant directement « en place », à l'équidistance définitive (11 m × 11 m environ) et en assurant le meilleur entretien possible de ces plantations.

*Parcelle d'okoumé âgée de 18 ans,
après éclaircie. La Mondah (Gabon).*

Photo Catinot.

— soit en plantant à une équidistance plus faible et en éliminant par le moyen d'une éclaircie les arbres les moins intéressants pour obtenir finalement 90 arbres dominants répartis selon une équidistance moyenne de : 11 m \times 11 m et dont les houppiers recouvriront quelques dizaines de tiges dominées. C'est cette dernière solution qui a été retenue pour l'Okoumé afin de pouvoir faire un choix confortable en éliminant les arbres blessés, tarés, chétifs, etc...

g) C'est la raison pour laquelle les recherches sur les éclaircies dans les plantations d'Okoumé entreprises depuis 1949 au Gabon (S. R. F. et C. T. F. T.), nous conduisent à envisager une densité finale des plantations en place de l'ordre de 110-120 pieds/ha (90 dominants et 20-30 dominés).

3. DONNÉES D'ORDRE BIOLOGIQUE

Bien que la biologie de l'Okoumé soit un domaine encore mal exploré, nous disposons dès maintenant des données suivantes :

a) Toute mise en lumière brutale des fûts entraîne le démarrage des bourgeons latéraux (« bourgeons dormants ») qui donnent naissance à des branches constituant une « descente de cimes » qui ne se résorbe que très lentement et laisse dans le fût des nœuds et défauts dépréciant nettement la valeur commerciale des futures grumes.

b) Ce phénomène semble apparaître à tout âge, ainsi que le montrent les observations faites dans les parcelles suivantes :

— 560 B La Mondah : descentes de cimes apparues sur 75 % des arbres laissés en place par l'éclaircie alors qu'ils avaient un diamètre moyen de 40-50 cm.

*Parcelle d'okoumé âgée de 12 ans.
La Mondah. Gabon.*

Photo Catinot.



— 452 La Mondah : même observation sur des arbres de 30 cm de diamètre dont 75 % portent encore de nombreuses descentes de cimes 5 ans après l'éclaircie (éclaircie faite à 18 ans).

— 531 La Mondah : même observation après une éclaircie réalisée à l'âge de 11 ans (diamètre = 20 cm).

— 573 La N'Koulounga : même observation après une éclaircie à l'âge de 8 ans (diamètre = 15 cm).

c) Des descentes de cimes apparaissent souvent sur des okoumés surcimés ou dominés (Théorie des bourgeons apicaux).

d) De nombreuses déformations (bosses et cannelures) apparaissent sur le fût des jeunes okoumés de plantation et semblent bien être en rapport avec la présence de branches mal élaguées, donc avec les descentes de cimes.

e) Ces observations ont une incidence directe sur la pratique des éclaircies, car :

— dans une plantation trop serrée, les arbres surcimés ont une certaine tendance à se couvrir de gourmands : on est donc incité à éclaircir ;

— l'éclaircie met en lumière les fûts des Okoumés laissés en place, et ils se couvrent également de gourmands.

Le problème se révèle donc complexe, mais on est tout de même tenté de conclure que plus les éclaircies seront tardives plus elles seront dangereuses pour la forme des Okoumés car les nœuds et déformations se créeront alors dans la zone périphérique des futures grumes, c'est-à-dire dans la zone présentant la plus grande valeur commerciale.

4. PRINCIPAUX RÉSULTATS DES ESSAIS D'ÉCLAIRCIE

Ces résultats sont nombreux et peuvent se résumer ainsi :

a) Les éclaircies par le bas supprimant progressivement l'étage dominé suivies d'éclaircies mixtes entr'ouvrant l'étage dominant par des interventions fréquentes et de très faible intensité semblent donner les plus beaux peuplements (parcelle 510 B La Mondah) ; mais sur de grandes surfaces (3.000 ha/an) une telle technique est absolument impraticable eu égard au nombre des interventions nécessaires et à la grande densité initiale de plantation qui est indispensable.

b) Les éclaircies par le haut effectuées « brutalement » (qui enlèvent à chaque passage 1 arbre sur 2 et plus) entraînent des descentes de cimes catastrophiques (parcelles 452 de La Mondah où on a enlevé 1 arbre sur 2 et 3 arbres sur 4 ; parcelles 531 et 573).

c) Des éclaircies par le haut, très légères et fréquentes pourraient être envisagées, mais elles présentent les inconvénients déjà signalés pour les éclaircies progressives par le bas. Elles n'ont jamais été pratiquées, même à titre d'essai, car elles semblaient beaucoup trop coûteuses et irréalisables au niveau de surfaces atteignant plusieurs milliers d'hectares/an.

d) Les éclaircies par le haut effectuées en deux temps, de façon modérée qui constituent un compromis entre les différentes tendances semblent donner les résultats les plus intéressants, compte tenu des différentes données d'ordre sylvicole et économique, souvent contradictoires : effectuées dans le groupe des parcelles d'essai de la 441 de La Mondah, elles ont porté à huit ans l'équidistance moyenne des plantations à 6 × 8 m (180 à 200 pieds/ha), puis à quinze ans à 10 × 12 m (80 à 100 pieds/ha) sans entraîner de descentes de cime importantes.

5. TECHNIQUES D'ÉCLAIRCIES PROPOSÉES

A partir de ces nombreuses données, parfois contradictoires, il est peu commode de fixer des règles restant dans les normes des théories classiques sur les éclaircies. On peut toutefois retenir les principes suivants :

a) Il faut imaginer une technique d'éclaircie qui n'entraîne qu'un éclaircissement très faible des fûts.

b) Il faut réaliser cette éclaircie assez tôt pour que tout nœud ou défaut provenant d'une faible descente de cime que l'on n'aura pu éviter reste dans le noyau de déroulage : le diamètre de ce

dernier étant de 20 cm, il faut réaliser l'éclaircie au plus tard à l'âge de 10 ans et si possible entre 8 et 10 ans.

c) Les produits d'éclaircie ne devant pas être commercialisés, on peut pratiquer l'opération par annélation circulaire ou empoisonnement, et non par abattage, ce qui aura l'avantage de conserver au mieux le recrû naturel qui « engaine » les Okoumés.

d) L'éclaircie ne doit être pratiquée qu'après la disparition de tous les grands arbres ceinturés de

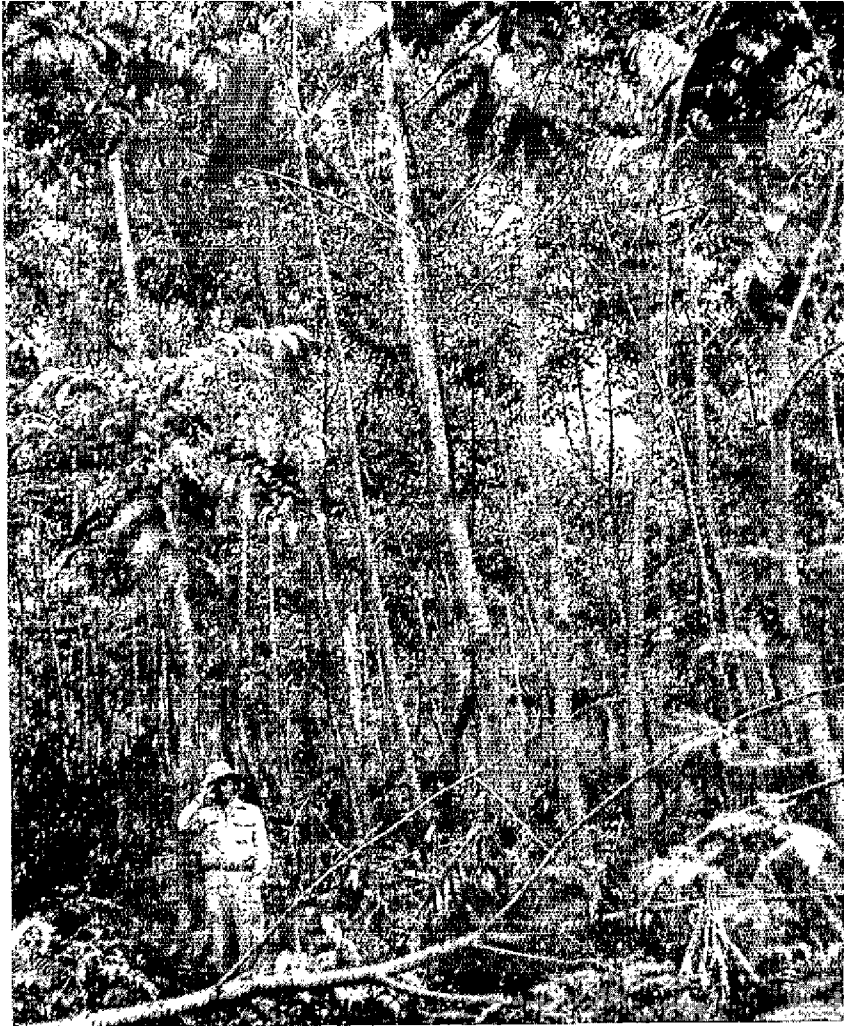
Réserve de La Mondah. Plantation d'Okoumé de 5 ans, hauteur totale moyenne 13 m, diamètre à 1,30 m environ, de 9 à 13 cm. Gabon 1950.

Photo Marie.

la forêt préexistante, sinon les destructions à venir du fait de leur chute remettraient tout en cause.

e) Il serait souhaitable que, selon la doctrine traditionnelle l'éclaircie finale n'intervienne que lorsque les arbres plantés auront atteint leur hauteur de fût définitive (hauteur sous-branche), ce qui intervient pour l'Okoumé, vers l'âge de 15 ans (20 à 25 m sous-branches).

Dans ces conditions et, compte tenu des résultats énoncés ci-dessus p. 36, nous proposons que l'éclaircie ait lieu par ceinturage, si possible en deux passages, l'un vers l'âge de 8-10 ans, mettant les Okoumés à une équidistance moyenne de 7 m x 8 m et l'autre à 15 ans laissant de 110 à 120 pieds/ha. Si cela n'est pas possible, cette dernière opération sera réalisée en un seul passage vers l'âge de 10 ans : ce sera en réalité une « mise en place définitive » plus qu'une éclaircie, puisque avec l'équidistance actuelle de plantation (5 m x 4 m), la concurrence n'est pas encore intervenue à l'âge de 8-10 ans.



6. CARACTÉRISTIQUES MOYENNES D'UNE PLANTATION D'OKOUMÉS ÉVOLUANT SELON LES NORMES PRÉVUES :

L'interprétation des principaux résultats obtenus dans les parcelles de recherche sur l'Okoumé installées au Gabon, conduit à résumer dans un tableau les caractéristiques d'une par-

celle-type d'un ha de plantation d'Okoumé évoluant selon le rythme que nous préconisons et compte tenu des éclaircies-types que nous proposons :

Age du Peuplement (ans)	Nombre total d'Okoumés par ha	Nombre d'Okoumés dominants	Equidistance moyenne totale (en m)	Equidistance moyenne des dominants	Diamètre moyen (en cm)	Diamètre moyen des dominants (cm)	Surface terrière totale (m ²)
0	500	—	5 x 4	—	—	—	—
8-10 (avant l'éclaircie)	250-300	—	5,75 x 6,50	—	15 à 20	18 à 22	5,60
8-10 (après l'éclaircie)	180	—	7 x 8	—	18 à 22	18 à 22	2,30
15 ans (avant l'éclaircie) ...	170	120-130	7 x 8	8 x 9	25 à 28	28 à 32	9,00
15 ans (après l'éclaircie) ...	110-120	110-120	9 x 9	9 x 9	28 à 30	28 à 30	7,60
25 ans	110-120	100-110	9 x 9	9 x 10	42	45 à 48	16,30
50 ans	110-115	90	9 x 9	11 x 11	65 à 68	70	39 à 40

BIBLIOGRAPHIE

- A. AUBREVILLE. — Résultats numériques des comptages effectués par le Service Forestier du Gabon (*Etudes sur les forêts de l'A. E. F. et du Cameroun*, Bulletin scientifique n° 2, mai 1948, Ministère F. O. M.).
- J. MOREL. — Densité des peuplements purs d'Okoumés éclaircis (rapport dactylographié S. R. F., 1950).
- J. GROULEZ. — Note provisoire sur l'effet de la première éclaircie effectuée dans les peuplements artificiels d'Okoumé. (Rapport dactylographié S. R. F., 1952.)
- JALABER. — Compte rendu des travaux d'éclaircie effectués en forêt de la Mondah dans les parcelles : 441 A - 472 - 481 - 501 A - 501 B - 510 A - 510 B (rapport dactylographié S. T. F. O., 1955).
- J. GAUCHOTTE. — La croissance de l'Okoumé en peuplements spontanés. Méthodes d'étude de la croissance de l'Okoumé. La croissance de l'Okoumé dans les peuplements artificiels (mémoires présentés à la deuxième conférence Pointe-Noire, 1958, C. C. T. A., T. I et T. II).
- C. T. F. T. — Premiers résultats concernant les produits d'éclaircie dans les plantations d'Okoumé (rapport dactylographié C. T. F. T. Gabon, 1959).
- R. CATINOT. — Note sur la croissance de l'Okoumé en plantations artificielles serrées (*Bois et Forêts des Tropiques* 1962, n° 85, pages 13-23).
- J. LEROY-DEVAL. — 1. Influence des éclaircies sur la croissance des Okoumés en plantation. (Mémoire à la conférence des Nations Unies sur l'application de la science et de la technique, 1962.) 2. Eclaircie des plantations d'Okoumé. Note provisoire (document dactylographié, 1967).
- M. GAZEL. — Inventaire des plantations d'Okoumé de La N'Koulounga (rapport ronéotypé C. T. F. T., 1964).
- J. BEDEL. — Travaux d'éclaircie réalisés en forêt de la Mondah. Avril 1967, janvier 1968 (rapport ronéotypé, Direction des Eaux et Forêts, 1968). Archives du Service des Eaux et Forêts du Gabon, de la Société Technique de la Forêt d'Okoumé, du C. T. F. T. Gabon.

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LE TEXTE

- (1) L. ROUSSEL. — Les radiations naturelles et la forêt (Eléments de photologie forestière).
- (2) D. MULLER et JÖRGEN NIELSEN. — Production brute, pertes par respiration et production nette dans la forêt ombrophile tropicale.
- (3) R. CATINOT. — Sylviculture tropicale en forêt dense africaine (*Bois et Forêts des Tropiques*).
- (4) J. PARDÉ. — Intensité des éclaircies et production ligneuse (*Revue Forestière Française*).
- (5) H. DAWKINS. — Productivité des arbres de la forêt dense tropicale et leurs relations avec l'environnement.
- La formation du produit forestier.

