

LES CERNES DANS LES BOIS TROPICAUX AFRICAINS, NATURE ET PÉRIODICITÉ

PEUVENT-ILS RÉVÉLER
L'ÂGE DES ARBRES ?

par Alain MARIAUX,

Ingénieur de recherches au C. T. F. T.,
Division d'Anatomie.

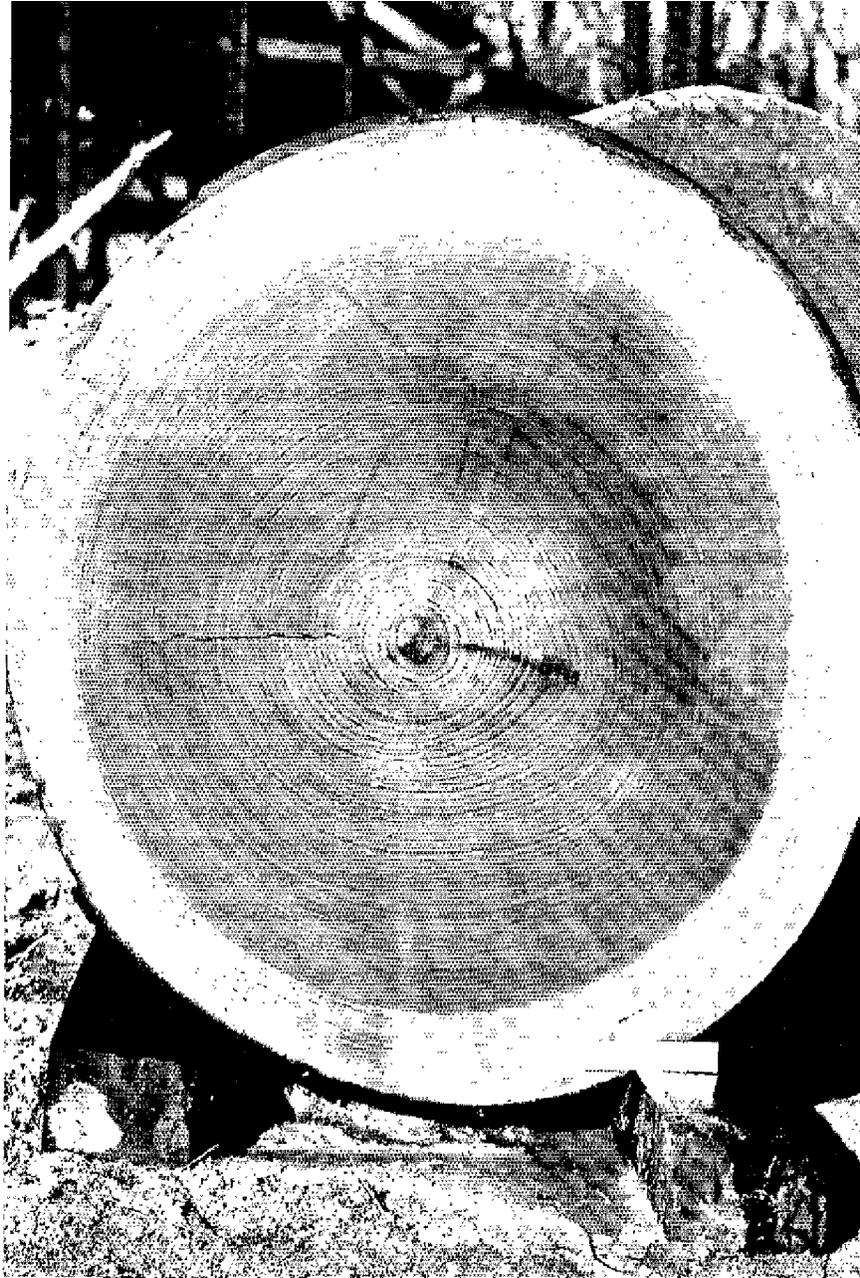


Photo Chatelain.

Section poncée et mouillée d'un Okoumé, Aucoumea klaineana Pierre, de 90 cm de diamètre, dont les cernes sont particulièrement visibles.

SUMMARY

TREE-RINGS IN TROPICAL WOODS

The necessity of knowing the age of exploitability of African trees applies equally to firewood felled in the savannah and to the dense forests where development and plantation work is planned.

Contrary to the opinion widely held, can tree-rings provide at least an approximate estimation of the age of trees? In this first article, the author studies the nature and anatomy of tree-rings in African woods, and how they may sometimes be revealed and counted, notably by X-rays.

RESUMEN

LOS ANILLOS DE CRECIMIENTO ANUAL EN LAS MADERAS TROPICALES

La necesidad de conocer la edad de explotabilidad de los árboles en Africa, se pone también de manifiesto en sabana, para las talas de madera para leña, del mismo modo que en selva densa, en donde se desarrollan las perspectivas de ordenación y los trabajos de plantación.

Los anillos de crecimiento anual ¿podrán — y ello en contra de la opinión corriente — permitir por lo menos una estimación aproximada de la edad de los árboles? En este primer artículo se estudia cuál es la naturaleza y la anatomía de los anillos de crecimiento de las maderas africanas, y los medios para hacerlos visibles y posibles de apreciar por cómputo, en particular la radiografía.

Quel est l'âge des grands arbres de la forêt dense africaine ?

La plupart des forestiers considèrent, comme un fait acquis depuis longtemps, que nous sommes impuissants à évaluer cet âge : par suite de l'absence de saison froide, il n'y aurait pas d'arrêt de végéta-

tion assez total et périodique pour imprimer dans le bois des cernes dénombrables.

Pourtant, d'importants problèmes pratiques sont liés à la connaissance de l'âge des arbres, et sont d'actualité ; rappelons ceux qui concernent le plus directement le forestier tropical.

* * *

UTILITÉ DES CERNES POUR CONNAÎTRE L'ÂGE DES ARBRES

Le développement des pays tropicaux s'est accompagné d'un accroissement considérable de l'exploitation.

En forêt dense, l'exploitation forestière moderne, industrialisée, éloigne toujours davantage les lieux de production des lieux d'utilisation ou d'exportation. De vastes programmes de plantation d'essences commerciales sont en cours d'exécution ou envisagés. Mais du point de vue financier comme pour la planification de la production, le temps que demanderont ces plantations pour donner les bois d'œuvre souhaités reste gravement hypothétique, si l'on n'a pas connaissance de la vitesse de croissance des essences jusqu'à leurs diamètres d'exploitabilité.

Or, cette vitesse de croissance est encore inconnue pour la plupart des grandes essences tropicales, faute d'observations assez anciennement commencées pour couvrir une vie d'arbre, de sa plantation

à son exploitation. Les sujets plantés depuis plus de 50 ans et régulièrement suivis pour leur assurer une végétation optimale, sont rares pour ne pas dire inexistantes, qu'il s'agisse de l'Okoumé, de l'Acajou, du Sipo, du Limba, du Samba, etc...

Il est certes possible, théoriquement, de substituer à cette connaissance directe un ensemble d'observations partielles, sous forme de mesures périodiques d'arbres de toutes tailles afin de déterminer la croissance moyenne en diamètre et le « temps de passage », pour chaque catégorie de grosseur. De là, on peut évaluer le temps probable nécessaire pour obtenir un diamètre donné. Mais l'expérience montre qu'on a rarement pu mener à bien pendant un nombre d'années suffisant un ensemble de mesures périodiques sur des sujets naturels de toutes tailles jusqu'aux plus forts diamètres. Même actuellement, où l'intérêt se concentre sur ces problèmes, il n'est pas facile de suivre un tel lot d'arbres anciens, disséminés dans la forêt là où ils ont pu être repérés. En outre, les résultats acquis sur une station donnée ne sont pas extrapolables dans des conditions écologiques tant soit peu différentes.

* * *

Dans les régions sèches, la consommation de bois de feu, concentrée dans les agglomérations grandissantes a fait le vide jusqu'à plus de 20 km de certains centres et rend l'approvisionnement très onéreux eu égard au pouvoir d'achat des populations. Il devient nécessaire de préparer un aménagement de la production de bois de feu, par la coupe régulière de zones mises en défens ; mais on se heurte là aussi à un manque de données sur les temps de reconstitution des taillis à partir des rejets et semis.

Dans ces mêmes régions les res-

Iroko, Chlorophora excelsa Benth. et Hook. f. Côte-d'Ivoire. Combien de temps la croissance de cet arbre imposant a-t-elle demandé ?

Photo A. Mariaux.



sources en bois de service, et encore plus en bois d'œuvre, sont extrêmement réduites et si l'on voulait envisager une production, même modeste, le choix d'essences locales appréciées ou d'exotiques supposerait la connaissance de la vitesse de croissance des premières : Cailcédrat, Vêne, etc...

Mentionnons aussi le cas de l'*Acacia albida* bien connu dans les régions sahélo-soudaniennes pour sa particularité de perdre ses feuilles pendant la saison des pluies. Très apprécié des éleveurs pour le feuillage tendre qu'il offre aux animaux en saison sèche, il est maintenant reconnu par les agronomes comme

favorable aux cultures et protecteur du sol. La connaissance de sa croissance permettrait de savoir si l'on pourrait envisager une production de bois importante par le biais de cette symbiose forêt-agriculture, et combien de temps demanderait le renouvellement d'un couvert élevé et régulier.

Or, les espèces arborescentes des régions sèches ne sont pas plus connues, quant à leur croissance, que les grandes essences de forêt dense. Seuls quelques essais d'aménagement en coupes régulières pour bois de feu ont donné des aperçus de la production globale en petit bois en 10 ou 20 ans.

* * *

Le forestier africain est alors conduit à demander s'il ne serait pas possible de « lire » l'âge des arbres sur la section transversale du pied, comme le font les forestiers des pays tempérés. Simplicité de méthode et temps gagné...

Ainsi en 1958, au Gabon, R. CATINOT nous exprimait sa conviction qu'au moins avec une approxi-

mation à préciser, on pouvait tirer des cernes de l'Okoumé une estimation de l'âge, et que l'enjeu valait un effort pour dépasser le pessimisme général.

Nous verrons ici comment s'est engagé cet effort, au CENTRE TECHNIQUE FORESTIER TROPICAL, après avoir examiné les résultats obtenus par d'autres chercheurs dans le monde tropical.

* * *

RECHERCHES ANTÉRIEURES

Nous ne relaterons pas tous les travaux qui ont été faits sur la périodicité de croissance des arbres. Certains seront mentionnés par la suite, à propos des méthodes utilisées. Nous voulons d'abord savoir s'il a déjà été démontré que les cernes du bois peuvent être utilisés pour déterminer l'âge d'espèces d'arbres tropicaux.

Le plus ancien travail positif dont nous ayons connaissance est celui de CH. COSTER. De 1922 à 1926 il fit à Java des observations et des expériences sur l'activité du cambium et l'aspect des cernes. Il examina une cinquantaine d'essences, certaines dans plusieurs stations de climat très différent. Nous reproduisons ici l'essentiel de son paragraphe « Possibilité de détermination de l'âge par dénombrement des couches d'accroissement » :

« Chez la plupart des essences, la formation des cernes est si irrégulière et floue que l'on obtient souvent des nombres tout différents par des comptages successifs. On ne peut plus alors parler d'un comptage mais seulement d'une estimation.

« Mais il y a aussi des essences, surtout sous le climat rythmé de l'Est de Java, chez lesquelles le compte des

cernes apporte des résultats tout à fait utilisables pour la détermination de l'âge.

« En aucun cas la chose n'est aussi simple qu'en Europe, et il y faut quelque entraînement pour évaluer correctement l'âge de beaucoup d'essences ».



En pays de savane, le bois de feu est porté à la ville sur de longues distances, par les femmes.

Photo Sarlin.



Cad, Acacia albida Del. en ombrage sur terrain de culture.

Photo L. Bégué.

les *Khaya grandifoliola* et un *Tiama*, *Entandrophragma angolense*.

La méthode consistait à mesurer avec soin la circonférence de l'arbre à un niveau précis, périodiquement pendant un an. A chaque date de mesure, un morceau de bois avec écorce adhérente était prélevé à un autre niveau, pour examen au microscope de l'état d'avancement de la formation d'une couche de bois.

L'auteur n'a pas pu en déduire un moyen de reconnaître des limites d'accroissement périodique dans l'Acajou. Il a trouvé avec le *Tiama* qu'une ligne continue de parenchyme correspond à une période de repos du cambium. Ce repos est court et se place entre décembre et mars. Ces lignes sont donc des limites de cernes annuels. Cependant la ligne peut être dédoublée, sans que la 2^e ligne corresponde à un repos de petite saison sèche,

mais plutôt à un « coup double » au démarrage.

Le décompte des années semble donc possible sur le *Tiama*, sauf si des accroissements trop étroits empêchent de faire la distinction entre dédoublements de lignes et limites très rapprochées.

R. G. LOWE, en Nigéria a entrepris une étude sur la croissance des cernes de *Triplochiton scleroxylon*, dont il donnait en 1961 les résultats préliminaires : il semble que les cernes soient annuels, avec un arrêt de formation du bois pendant environ 2 mois en fin de saison sèche.

Enfin H. M. TSCHEKEL a publié récemment une étude faite en 1964-1965 sur *Cordia alliodora* au Costa-Rica. 32 arbres furent abattus dont 23 étaient d'âge connu et 9 d'âge inconnu mais mesurés individuellement depuis 1954. Presque tous les cernes trouvés, parfois très étroits, étaient de vrais cernes annuels. Les premiers cernes, quand l'arbre est très jeune, sont indistincts. Les faux-cernes étaient pratiquement inexistantes. En conclusion, compter l'âge des *Cordia alliodora* sur une section à la base est très possible en faisant attention aux cernes très étroits que l'on peut vérifier par l'étude de sections faites plus haut dans l'arbre, où les cernes sont mieux marqués.

Il énumère, pour l'Est de Java, 8 espèces qui lui ont donné des résultats exacts et 10 avec 20 à 30 % d'erreurs sur le nombre d'années, nombres qui ne sont pas limitatifs car pour bien d'autres espèces ses observations ont été trop sommaires. Les 8 espèces les plus sûres sont : *Cassia fistula*, *Pterocarpus indicus*, *Toona sureni*, *Melia azedarach*, *Homalium tomentosum*, *Lagerstroemia speciosa*, *Tectona grandis* et *Peronema canescens*.

K. A. CHOWDHURY a suivi le rythme de formation des couches de bois de différentes espèces de l'Inde par des prélèvements périodiques écorce et bois sur l'arbre, dans les années 1930 à 1940. Il a constaté la formation de cernes annuels, permettant un compte précis des années, sur un Pin, *Pinus longifolia*, sur le Teck, *Tectona grandis*, et sur les espèces suivantes : *Terminalia tomentosa*, *Acacia catechu*, *Bombax malabaricum*, *Cedrela toona*, *Michelia champaca*, *Albizia lebbek*, *Dalbergia sissoo*. Il estime que 25 % des arbres de forêt dense de l'Inde montrent des cernes.

F. C. HUMMEL a étudié à l'Imperial Forestry Institute d'Oxford des prélèvements effectués par A. FOGGIE (au Ghana), de mars 1944 à mars 1945. Les arbres étudiés étaient un Acajou à grandes feuil-

DIFFICULTÉS DE L'UTILISATION DES CERNES DANS LES BOIS TROPICAUX

Rappelons que l'on nomme cerne, sur la section transversale d'un arbre, une couche d'accroissement, c'est-à-dire une couche de bois produite apparem-

ment pendant une saison de végétation. Cette couche est dite « cerne annuel » si elle correspond à l'accroissement d'une année.

Le problème à résoudre est double : il faut d'abord voir les cernes, bien les individualiser grâce à des limites incontestables, depuis le premier autour de la moelle jusqu'au plus récent au contact de l'écorce ; s'ils n'apparaissent pas facilement, rechercher comment les mettre en évidence.

Ensuite, si les cernes sont nettement délimités, il faut s'assurer de la périodicité de leur formation, annuelle ou autre. Il est bien évident que le second problème est sans objet tant que le premier n'a pas été suffisamment résolu.

Distinguer des cernes sur une section de bois est un problème de procédés matériels de pré-

paration et d'examen, appuyés sur la connaissance préalable de la structure du bois. C'est le côté « statique » de notre étude.

Déterminer la périodicité de formation des cernes en sera la partie dynamique. C'est une question d'observation précise des arbres, menée pendant quelques années sur le terrain, la précision de l'information recueillie étant fonction des méthodes conçues pour cette observation.

Ces deux aspects de l'étude à réaliser seront examinés successivement.

1^{re} PARTIE : VISIBILITÉ DES CERNES

Deux facteurs interviennent dans la visibilité des cernes : leur nature même, à partir des éléments constitutifs du bois, et le procédé d'examen de la

section d'arbre à analyser. De la nature des cernes peut dépendre dans une certaine mesure le choix du procédé d'examen.

1. — NATURE DES CERNES.

Deux exemples de bois bien connus des régions tempérées illustreront combien des cernes également évidents peuvent être de nature diverse : dans le

chêne, c'est surtout une zone poreuse continue, formée de gros vaisseaux, qui délimite la couche d'accroissement ; dans les pins comme dans tous les conifères,

Teck, Tectona grandis L. f. Veines colorées sombres, indépendantes des cernes qui sont visibles par leur limite claire.

Photo Chatelain.



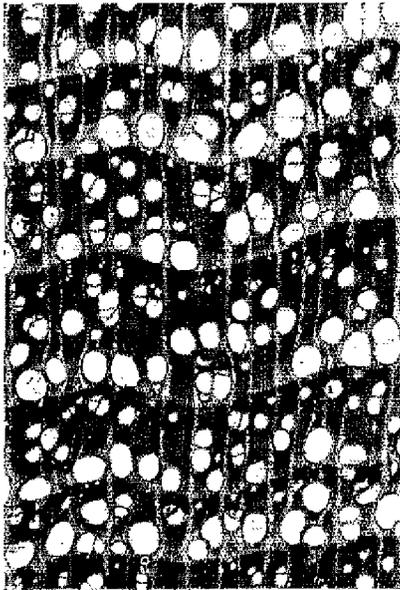


Photo J. Paquis.

Teck, Tectona grandis L. f. (Section transversale grossie $\times 14$) : zones poreuses accompagnées d'une couche de parenchyme initial. Les cernes sont ici très étroits.



Photo J. Paquis.

Doussié, Afzelia bipindensis Harms (section transversale grossie $\times 14$) : cernes limités par une ligne tangentielle de parenchyme.

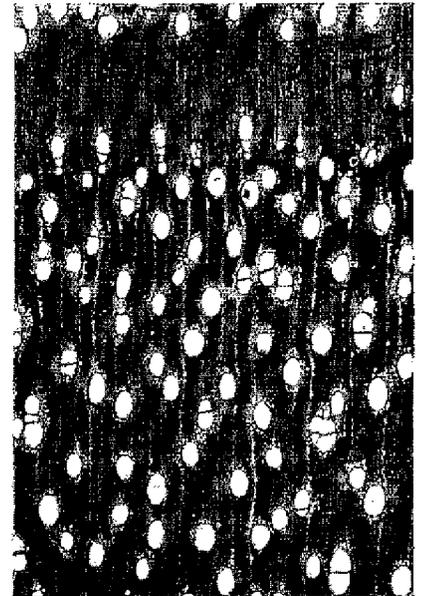


Photo J. Paquis.

Framiré, Terminalia ivorensis A. Chev. (section transversale grossie $\times 14$) : cerne marqué par une zone sans vaisseaux, bordée de très petits vaisseaux.

fères, il n'y a pas de pores : une simple variation brusque d'épaisseur de parois des fibres (trachéides) crée cette limite.

Passons rapidement en revue les éléments du bois qui jouent un rôle dans l'aspect de cernes chez les bois tropicaux.

Les veines colorées :

Caractère le plus saillant de certains bois, le veinage coloré donne à l'observateur non averti l'impression que les cernes doivent être dans ce cas très faciles à compter. En réalité, les veines fortement colorées sont rarement liées aux couches d'accroissement. Elles se forment au moment de la duraminisation, c'est-à-dire du passage de l'état d'aubier à l'état de bois parfait, et semblent représenter plutôt des à-coups dans l'avancement de cette transformation chimique. On ne les retrouve pas dans l'aubier et si les couches d'accroissement sont suffisamment bien définies par les éléments de structure du bois, on peut vérifier très généralement qu'il n'y a pas coïncidence entre cernes et veines, les secondes étant plus irrégulières et moins nombreuses.

Par contre certains veinages peu colorés et très réguliers correspondent à des variations de structure du bois que nous allons maintenant voir.

Les vaisseaux :

Communément appelés pores quand ils sont vus sur une section transversale du bois, ils peuvent jouer un rôle à la fois par leur taille et leur nombre, la combinaison des deux donnant au bois plus ou moins de « porosité ». Souvent, après une période

d'inactivité de l'arbre, la première zone de bois formée est assez poreuse, avec des vaisseaux plus gros que dans le reste de l'accroissement. Le maximum de ce phénomène s'observe dans les bois dits à zone poreuse, mais ils sont très rares parmi les bois tropicaux. Le Teck, *Tectona grandis L. f.* a une zone semi-poreuse plus ou moins marquée : une ligne de gros vaisseaux est répartie d'une façon discontinue le long de la limite. Les Cedro ou Cedréles, *Cedrela spp.* présentent aussi assez bien ce caractère. Sans « zone poreuse » proprement dite, quelques bois tropicaux ont à un moindre degré des vaisseaux plus gros dans le premier bois formé (bois initial) (1).

Dans les arbres à croissance très ralentie, par suite de l'âge ou de circonstances défavorables, l'accumulation de ces couches très fines aboutit à une proportion anormale de gros vaisseaux, donnant un aspect « creux » au bois. Tel est le cas, *Acacia albida* de zone soudanienne, après un ébranchage intense comme lui en font subir les gardiens de troupeaux en quête de fourrage.

La majorité des bois tropicaux ne présente que de très faibles variations de taille des pores dans l'ensemble d'un accroissement. Toutefois dans la limite elle-même, on trouve parfois de très petits vaisseaux. Ceux-ci ne suffiraient pas à former une image évi-

(1) Dans la couche de bois formée au cours d'une saison de végétation, on désigne par bois initial la partie de bois formée en premier, et par bois final la partie formée ensuite et donc extérieure au bois initial. Dans les bois de pays tempérés on parle habituellement de bois de printemps et de bois d'été mais ces termes sont impropres dans les bois tropicaux.

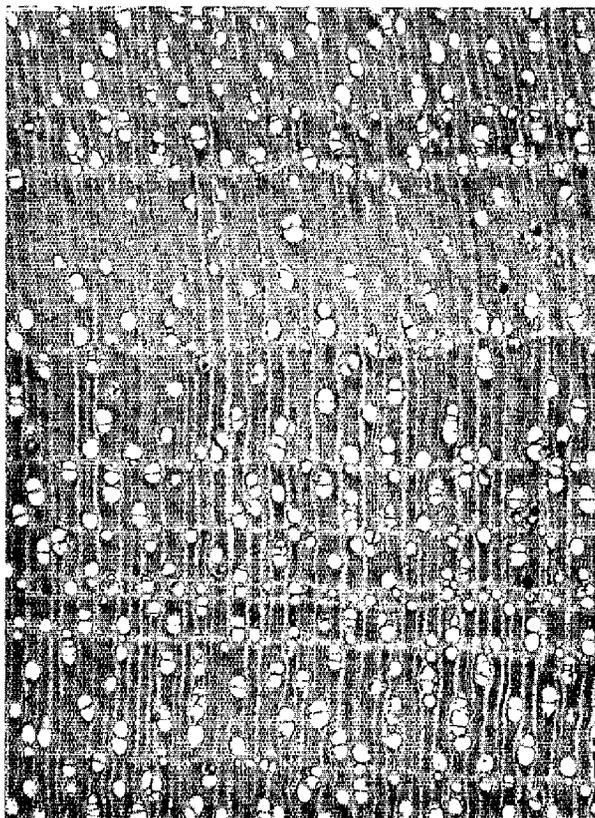


Photo J. Paquis.

Acajou d'Amérique, Swietenia macrophylla King. (Section transversale $\times 10$) : cernes limités par une ligne de parenchyme.

dente de cerne, mais ils peuvent aider à apprécier la réalité d'une limite, visible à d'autres caractères.

Le parenchyme (1) :

Une ligne tangentielle fine et continue, limitant une couche d'accroissement, est un caractère fréquent dans les bois tropicaux et en même temps l'un des plus sûrs repères de limites de cernes. Cette ligne a seulement l'inconvénient, dû à sa finesse, de n'être visible que sur bois bien préparé et à l'aide d'une loupe. C'est une telle ligne que Hummel a trouvée comme limite d'accroissement annuel sur un *Tiama*, *Entandrophragma angolense* et que l'on retrouve sur les autres espèces du même genre, sur beaucoup de Légumineuses comme le Doussié, *Azelia sp.*, le Sau, *Isoberlinia doka*, etc...

Dans le Teck, la zone semi-poreuse que nous avons signalée est accompagnée d'une ligne de parenchyme, et dans certains cas, celle-ci s'élargit jusqu'à enrober les pores de grande taille ; parfois aussi,

(1) Précisons pour les lecteurs peu familiarisés avec la structure du bois que « parenchyme » désigne des tissus tendres dont les cellules ont des parois fines, et apparaissent en général en clair sur la section du bois ; ils forment par exemple des manchons autour des pores, ou des bandes tangentielles, c'est-à-dire plus ou moins parallèles à l'écorce.

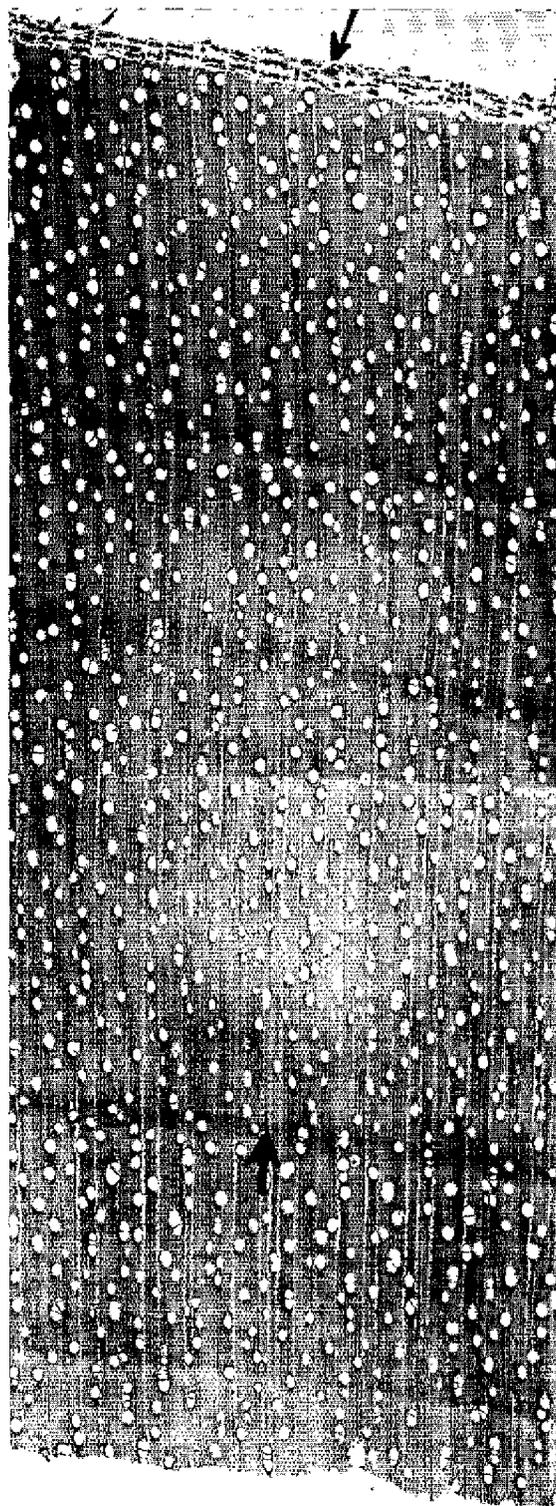
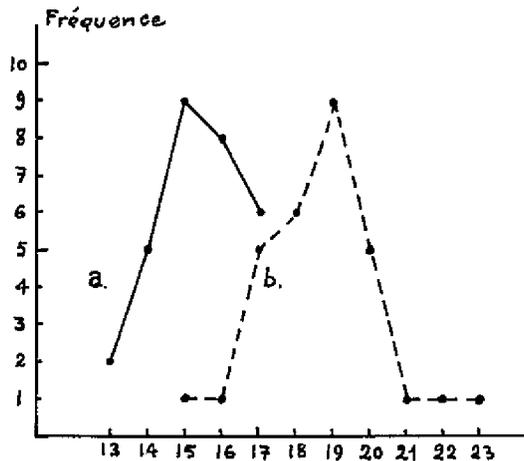


Photo J. Paquis.

Okoumé, Aucoumea klaineana Pierre (Section transversale $\times 10$), cernes formés uniquement par variation de densité du tissu fibreux. En haut, fragment d'écorce.

il n'y a pas de zone poreuse, et la bande de parenchyme paraît la remplacer.



Okoumé — Fréquence comparée du nombre de fibres comptées radialement sur 250 microns dans une couche claire a et dans une couche sombre b, ce qui montre le resserrement des fibres dans les couches sombres.

Une périodicité dans la largeur et l'espacement des bandes se rencontre aussi dans les bois riches en parenchyme disposé par couches tangentielles nombreuses alternant dans un même accroissement avec des couches de fibres. On voit par exemple en début d'accroissement des bandes épaisses et un peu sinueuses ou même très interrompues et irrégulières, puis vers la fin de l'accroissement des bandes plus fines plus rectilignes et plus serrées. Il en résulte globalement à l'œil nu un aspect de variation de texture et de couleur. Ce caractère est courant chez beaucoup de Légumineuses comme *Acacia albida*, *Cassia siamea*, *Pterocarpus erinaceus*, et dans bien d'autres familles.

Les fibres :

Elles forment le tissu fondamental des bois, dans lequel les autres éléments : vaisseaux, parenchyme, rayons, paraissent sortis. Sur la section transversale de l'arbre, les fibres n'apparaissent individuellement que par un examen à grossissement d'au moins 20 fois. Mais l'addition de leurs caractères individuels leur donne une grande influence sur l'aspect du bois.

L'aplatissement des fibres du bois final est un caractère fréquent dans les bois tropicaux, bien que moins accentué que dans les bois de pays tempérés. Avec ou sans épaississement des parois, les fibres dont les dimensions radiales sont réduites forment ensemble un tissu où la proportion de cavités est plus faible ; cet ensemble apparaît en général plus sombre, et il est plus dense, que le tissu fibreux du bois initial.

La manifestation de ce caractère est plus évidente dans les bois sans parenchyme apparent. Elle peut se limiter à l'aplatissement de quelques cellules, formant une ligne fine comme chez des *Lannea*, ligne qui peut se confondre, à faible grossissement, avec une ligne de parenchyme et qui est souvent riche en fibres cloisonnées ; au contraire, il peut y avoir une plus large zone de fibres raccourcies radialement,

mais en général avec un passage très progressif à des fibres plus larges. L'Okoumé, *Aucoumea klaineana* et l'Acajou d'Afrique, *Khaya ivorensis* en sont des exemples.

C'est ainsi que dans l'Okoumé dont nous reproduisons en figure une microphotographie, on voit nettement des couches sombres. En raison de l'importance de ce bois pour les forestiers et du manque d'autres repères pour les limites de cernes, nous avons cherché à préciser la nature de la différence entre bois sombre et bois clair. Un simple examen qualitatif ne donne aucune certitude : plus l'on augmente le grossissement du microscope pour mieux détailler les cellules, plus la différence entre les zones s'estompe au point que l'on n'en reconnaît plus la limite.

Nous avons trouvé une différence significative dans le diamètre radial des fibres (voir graphique), et rien d'appréciable dans l'épaisseur des parois. Il est possible qu'il y ait aussi une différence d'ordre chimique, par exemple une lignification plus importante dans le bois final.

Cernes de nature complexe :

L'étude précédente isole un peu artificiellement des facteurs qui se combinent le plus souvent dans un bois pour former les cernes tels qu'ils nous apparaissent. Un cerne typique de Framiré, *Terminalia ivorensis*, commence (bois initial) par une couche de tissu fibreux sans pores, puis viennent de larges pores dont la taille diminue ensuite un peu en allant vers le bois final ; celui-ci se termine par une étroite couche de tissu fibreux dense, accompagné de quelques pores très petits. Le parenchyme ne joue qu'un rôle secondaire en soulignant plus ou moins largement les pores qu'il entoure d'un manchon. Au contraire dans le Limba, *Terminalia superba*, bien que ce bois présente plus ou moins les caractères précédents, le parenchyme prend un rôle prédominant par les prolongements qu'il étend d'un pore vers les autres et qui sont plus développés et plus continus dans le bois final que dans le bois initial.

Irrégularité des cernes dans les bois tropicaux :

La structure des cernes, formée comme nous venons de le voir par l'assemblage des tissus du bois selon un plan qui peut être très simple ou assez complexe, ne présente pas une fixité absolue dans une même espèce, du moins pas toujours, et c'est une cause de difficultés dans leur utilisation.

Même le type le plus simple et le plus sûr, formé d'une ligne fine et continue de parenchyme, est souvent perturbé par le dédoublement de cette ligne. Hummel l'avait déjà constaté sur le seul *Entandrophragma angolense* qu'il ait observé. On imagine facilement que cette ligne double n'est pas gênante tant qu'elle sépare des accroissements larges, mais que si les accroissements sont très étroits et de même largeur que le bois inclus entre les deux lignes, on risque d'être très embarrassé dans le compte des vrais limites.

On constate sur des sections de Teck que la zone poreuse est bien formée sur certains cernes, et pratiquement absente sur d'autres, avec des degrés intermédiaires ailleurs, une bande de parenchyme paraissant la remplacer. Il y aura lieu d'examiner dans quelle mesure les cernes sans zone poreuse sont aussi « vrais » que les autres, c'est-à-dire relevant de la même périodicité de formation.

Dans les espèces où les cernes sont dus à une variation de densité des fibres ou d'abondance et de régularité des bandes de parenchyme, on pourra trouver des cernes qui seront l'image inverse l'un de l'autre, le bois final de l'un ayant l'aspect du bois initial de l'autre ; et aussi des couches d'accroissement sans différence appréciable entre bois initial et bois final, se séparant de la couche suivante par passage brusque à un autre aspect de parenchyme.

On pourrait multiplier à l'infini la description de ces irrégularités d'aspect, qui se relie d'ailleurs au phénomène plus général des variations de structure des bois tropicaux.

Ajoutons encore la présence occasionnelle dans certaines espèces de fausses limites dues à des incidents de la vie de l'arbre (passage d'un feu, cime endommagée, attaque d'insectes, etc...) et que pour cette raison on appelle bandes traumatiques : l'Acajou d'Afrique n'a pas d'autres lignes tangentielles de parenchyme que des bandes traumatiques qui de loin en loin peuvent apparaître comme des limites. Souvent des canaux à gomme apparaissent dans ces bandes et aident à les reconnaître comme traumatiques.

On constate enfin, d'une façon très générale, que les premiers cernes autour de la moelle sont moins bien délimités que les cernes ultérieurs.

Il n'y a pas lieu d'être impressionné outre mesure par l'accumulation de ces cas difficiles. Il faut simplement savoir que l'on ne peut espérer, dans la plupart des cas, faire facilement un dénombrement des cernes sur une section d'un arbre quelconque.

2. — MISE EN ÉVIDENCE DES CERNES.

Sur un bois brut de sciage, il n'est pas question de lire des cernes en bout, quel que soit le type de scie utilisé, tronçonneuse à chaîne ou scie de menuisier.

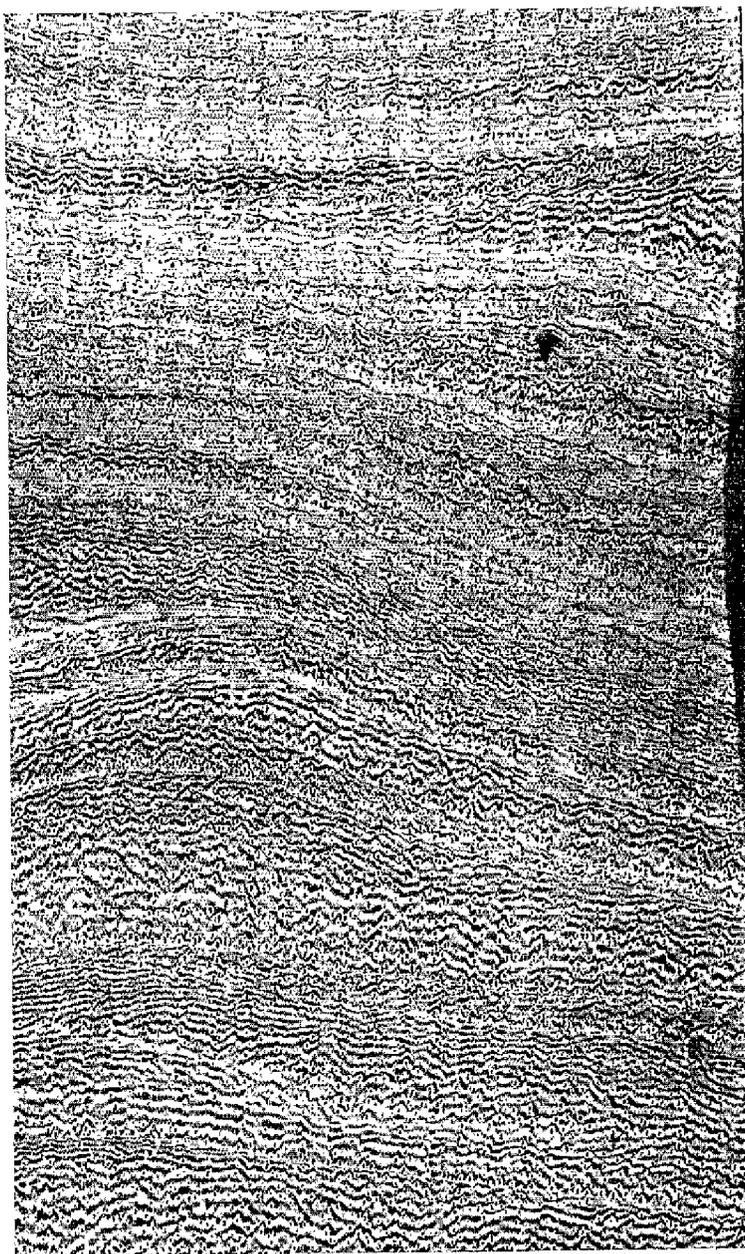


Photo Chatelain.

Cad, Acacia albida. Face transversale finement poncée (grossie $\times 2$) : cernes marqués par un changement de disposition du parenchyme et de largeur des vaisseaux. En haut, cernes très resserrés.

Il y faudra une connaissance préalable de la meilleure définition de leurs limites pour l'espèce en cause ; il sera d'abord nécessaire de rechercher les meilleures techniques pour obtenir une bonne vision des cernes. C'est ce que nous allons voir maintenant.

Traitement mécanique de surface :

Une section à l'état vert peut être assez bien préparée avec un rabot très bien affûté, mais c'est peu couramment réalisable.

Généralement, les rondelles à examiner ne seront pas assez fraîches au moment de leur préparation et la meilleure technique sera de dégauchir la section pour éliminer les dénivellations et les stries profondes dues au sciage. Ensuite, poncer longuement le bois, d'abord avec un grain moyen, puis avec un grain très fin.

Le ponçage est fait par toutes les machines courantes, comme à la main, sur une *surface*. Il en résulte un certain effet de brouillage par les particules de bois arrachées par l'abrasif et traînées sur la surface. Pour supprimer cet effet le Laboratoire de Recherche sur les cernes de l'Université de l'Arizona a mis au point une ponceuse qui attaque le bois à la manière d'une dégauchisseuse, par la *génératrice d'un cylindre*. Cette méthode donnerait des résultats remarquables, mais elle suppose la construction d'une machine spéciale.

Il est à noter que dans l'aubier, blanchâtre, les cernes se voient parfois mieux que dans le bois parfait perturbé par des veines colorées, à condition qu'il n'y ait pas eu bleuissement. Celui-ci est une gêne sérieuse, surtout pour les arbres jeunes où l'aubier représente une proportion importante du bois.

Pour beaucoup d'essences, la meilleure vision des cernes est obtenue en plaçant la section finement poncée sous un filet d'eau, pour que l'observation se fasse sous une mince couche d'eau. Cela peut nuire au bon aspect ultérieur de la rondelle si l'on désire la conserver, mais sur le moment l'étude est grandement facilitée par le contraste accru entre les tissus par lesquels on cherche à individualiser des accroissements annuels. Il y a lieu de faire un essai limité pour chaque nouvelle essence étudiée.

Il est possible aussi, mais nous ne l'avons pas essayé, que pour les bois très blancs l'usage d'un colorant en solution étendue dans l'eau, facilite l'observation. A. E. PATTERSON conseille la phloroglucine avec acide acétique et observation sous ultra-violet ; D. HOLZ, le trempage dans une solution de soude ou de potasse étendue.

Selon la nature des cernes, l'examen de la surface poncée pourra être fait avec des moyens d'observation variés, de l'œil nu à la loupe binoculaire en passant par la loupe à main. L'expérience nous a cependant montré qu'il est rare de pouvoir se contenter d'un examen à l'œil nu. Pratiquement un bon travail requiert une loupe binoculaire à grand champ avec un grossissement linéaire de 6 à 10 fois, mais on n'est pas obligé de s'en servir là où les accroissements sont très larges et très évidents.

Même sur une section très finement polie, il pourra se faire que l'on doute de la présence d'une limite très ténue, due à une fine ligne de parenchyme. On pourra entailler légèrement la surface en ce point avec une lame de rasoir incurvée en gouge, pour obtenir une coupe nette permettant une meilleure vision.

Corrosion :

L'examen des vieilles grumes perdues au cours des embarquements et rejetées par la mer sur les plages, révèle des cernes remarquablement mis en relief, par exemple au Gabon pour l'Okoumé qui montre peu de cernes à l'état frais. L'eau de mer, et plus probablement le sable brassé par les vagues, ont profondément corrodé les couches de bois tendre mettant en relief les couches plus fermes.

Cet effet suggère de rechercher un résultat analogue dans un procédé quelconque de corrosion. On pourrait envisager le jet d'eau chargé de sable. On peut craindre cependant qu'il soit difficile d'obtenir une attaque assez fine pour détailler des cernes étroits de texture peu accusée.

Un procédé chimique a été signalé par J. KISSER et J. LEINER en 1951 : il consiste à tremper des échantillons de bois sec avec surface transversale bien poncée, dans un bain d'acide sulfurique concentré. Pour les auteurs, il s'agissait de traiter des conifères. L'acide attaque fortement les fibres à parois minces, et plus lentement les fibres à parois plus épaisses. On pourrait donc envisager le procédé pour les bois où le plan ligneux ne dessine pas de cernes. Essayé sur un Okoumé du Gabon, le traitement a donné un très bon relief après 5 heures, trop faible après seulement 2 heures. La régularité de ponçage est importante, les zones mal préparées sont irrégulièrement corrodées et peu utilisables.

Le résultat paraît un peu grossier, compte tenu de ce que les variations de densité, dessinant des cernes dans le bois, sont très modérées dans la plupart des bois tropicaux et que, comme on le verra, c'est l'interprétation des nuances qui est la clé du problème de l'utilisation des cernes.

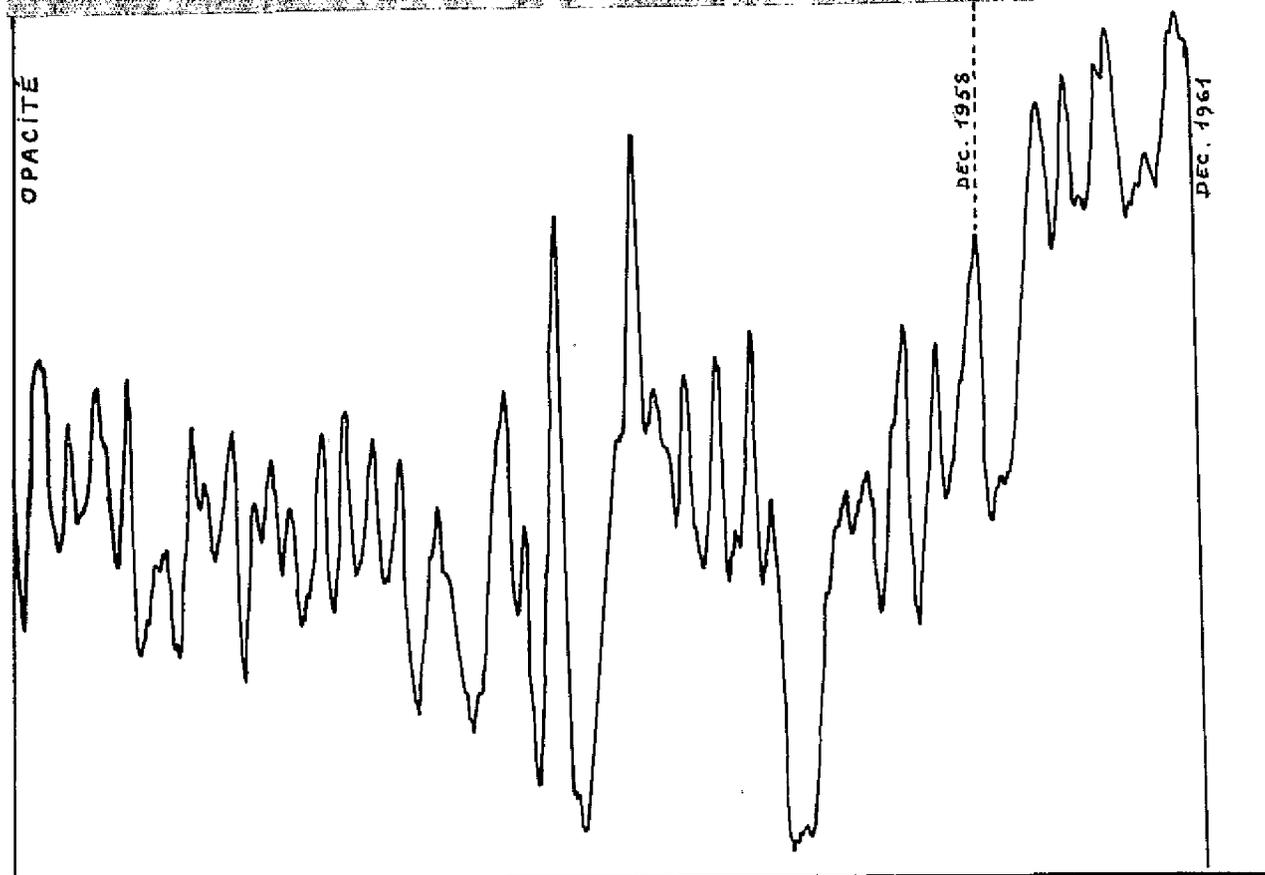
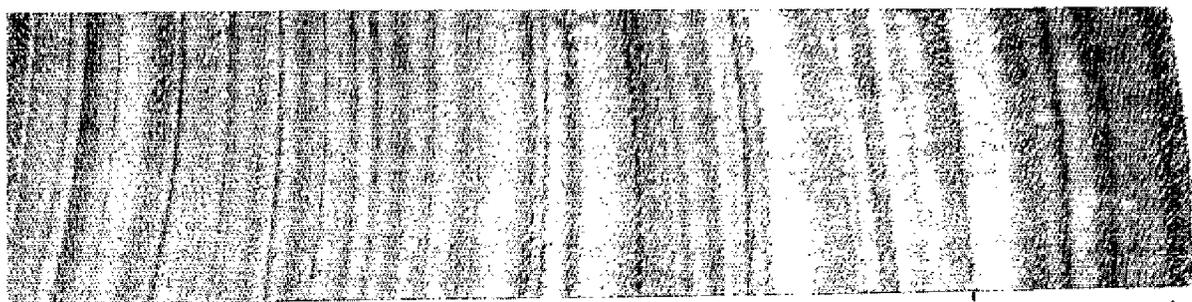
Nous n'avons pas repris les essais à l'acide sulfurique parce qu'une autre méthode adaptée à ce type de cernes indistincts a retenu notre attention : la radiographie.

Radiographie :

Bien connue maintenant dans différentes disciplines concernant le bois, la radiographie est devenue un moyen précieux pour les études de densité et de texture. A la suite de l'article de POLGE sur une nouvelle méthode de détermination de la texture du bois — l'analyse densitométrique de clichés radiographiques — nous avons demandé au Centre National des Recherches Forestières à Nancy de soumettre différents échantillons de bois tropicaux à cette technique.

Elle se décompose en deux opérations, dont la première est une radiographie d'éprouvettes de bois. Celles-ci doivent être débitées sous forme de barrettes transversales de quelques mm d'épaisseur dans le fil du bois, de largeur (sens tangentiel) quelconque et s'étendant, suivant un rayon, du cœur à l'écorce.

La radiographie est faite avec échantillon posé directement sur le cliché, la source de rayons X étant à une distance de 2,50 m pour réduire le flou de paral-



Cliché C. N. R. F. Nancy.

PARCOURS DU CLICHÉ

Okoumé. A partir d'un cliché radiographique, positif photographique et profil densitométrique des mêmes cernes et sensiblement à la même échelle.

laxe. La tension de courant utilisée doit être très basse (rayons X mous) pour obtenir un contraste entre des couches de bois peu différentes, et pour diminuer le grain du cliché. En l'occurrence elle était de 25Kw puis de 10 Kw sur un nouvel appareil. Cela entraîne des temps de pose très longs, jusqu'à 2 heures.

Radiophotographie :

A partir du cliché radio on a tiré des positifs sur papier. L'image obtenue est de qualité irrégulière mais dans l'ensemble le résultat est remarquable. Les cernes plus ou moins distincts à l'examen direct du bois sont rendus évidents et de nombreux détails

apparaissent. Les zones les plus denses sont foncées, les zones tendres plus claires. Les pores mêmes sont bien visibles en pointillé blanc ; les bandes de parenchyme, de l'Iroko et de l'Azobé par exemple, ressortent également en clair.

Le principal défaut vient du contrefil du bois qui fait succéder à des couches très nettes des couches assez brouillées où le pointillé des pores fait place à des stries ou même disparaît complètement. Ceci serait encore secondaire, mais on peut craindre une influence de l'inclinaison des fibres sur la transparence du bois aux rayons X et par suite sur l'opacité des clichés dans cette zone, modifiant l'interprétation des limites d'accroissement correspondantes.

L'intérêt de telles radiophotographies paraît nul quand le bois présente des éléments anatomiques définissant assez clairement des limites de cernes. Par contre, il pourrait bien être considérable pour l'étude des bois où seule une légère variation de densité est en cause, l'Okoumé par exemple.

Densitométrie : On appelle densité optique d'un objet le logarithme décimal de l'opacité, c'est-à-dire du rapport de l'intensité de lumière reçue par l'objet à l'intensité de lumière passant à travers lui :

$$d = \log_{10} \frac{I_0}{I}$$

Le Centre National des Recherches Forestières, à Nancy, possède un microdensitomètre qui mesure la lumière traversant une surface microscopique de cliché et la transcrit en continu sur un graphique, selon une réponse logarithmique, inscrivant donc directement suivant une échelle linéaire, la densité optique. Or, la densité optique du cliché en un point, dans la gamme relativement restreinte des longueurs d'onde utilisées et pour une condition donnée de développement du cliché, est inversement proportionnelle à la densité du bois au point correspondant de l'échantillon. Donc, les valeurs inscrites sur le graphique sont liées linéairement à la densité du bois.

Quand l'appareil explore un cliché d'un échantillon de bois, on obtient un graphique en dents de scie dont l'abscisse correspond au cheminement de l'exploration à travers le cliché, et l'ordonnée aux

variations de densité du bois. L'appareil est très sensible et l'on enregistre toutes les nuances de texture du bois. Sur un bois européen les minima correspondent au bois de printemps, et les maxima au bois d'été. D'où une analyse très précise de la texture.

Les défauts du cliché se retrouvent forcément dans le graphique, c'est-à-dire que les zones à fil oblique peuvent être enregistrées avec une intensité différente de celle des zones à fil bien vertical ; les flous se traduisent par des variations d'amplitude plus adoucies.

Enfin une certaine difficulté d'interprétation résulte des nombreuses traversées de vaisseaux. Ceux-ci figurant sur les clichés comme des points ou des stries claires, le passage du spot d'exploration sur un point clair provoque une brusque indentation du graphique vers le bas. Il en résulte un profil haché, superposant l'indentation serrée et aiguë due aux vaisseaux, à la sinuosité plus lâche due à la variation de texture. Toutefois avec le spot lumineux élargi au maximum, l'amélioration du graphique a été manifeste et semble avoir suffisamment amorti l'effet des vaisseaux.

Nous attendons pour développer éventuellement cette méthode d'avoir les résultats des études faites actuellement en forêt sur la périodicité de formations du bois, dans les essences où les profils densitométriques pourraient apporter un complément d'interprétation à l'examen des radiographies.

* * *

En résumé, nous pouvons dire qu'il y a, dans les bois tropicaux : parfois des cernes très évidents, dénombrables à l'œil nu sous réserve de contrôler à la loupe les plus resserrés ; plus souvent des cernes formés par le plan ligneux du bois et requérant un examen attentif à la loupe ; ou bien des cernes inapparents, indistincts ou même inexistantes, dont la

radiographie rendra certains visibles, et, espérons-le, dénombrables.

Dans un prochain article seront examinés les moyens de déterminer la périodicité de formation des cernes en les discutant à la lumière des premiers résultats de leur application.

(à suivre)

