



Photo A. Mariaux.

*Ruban-dendromètre posé sur un Samba, *Triptochilon scleroxylon*, à Oumé (Côte-d'Ivoire). Exécution de la 1^{re} marque*

LES CERNES DANS LES BOIS TROPICAUX AFRICAINS NATURE ET PÉRIODICITÉ

(suite et fin)

par A. MARIAUX,

Ingénieur de Recherches au C. T. F. T. Division d'Anatomie.

TREE-RINGS IN TROPICAL WOODS — PERIODICITY, METHODE OF STUDY AND INITIAL RESULTS

Various methods have been tried for the analysis of the periodicity of formation of wood. Periodical samplings of cambium are interesting, but they are difficult and destructive. Marks on the tree leave a scar in the wood which makes it possible to date different points in the wood. Another method is to place a fixed dendrometer strip around the tree, frequent reading of which shows the periods of formation of the wood. Initial results obtained on a few trees which were felled after two years of observation are encouraging.

RESUMEN

PERIODICIDAD DE LOS CÍRCULOS ANUALES DE CRECIMIENTO : MÉTODOS DE ESTUDIO Y RESULTADOS PRELIMINARES

Se han ensayado distintos métodos con objeto de analizar la periodicidad de la formación de la madera. Las tomas de muestras periódicas de cambium son interesantes, pero difíciles y destructoras. Las marcas y señales en el árbol dejan una cicatriz en la madera que permiten « fechar » distintos puntos de la misma. También se dispone alrededor del árbol una cinta-dentrómetro fijo, cuya lectura frecuente permite apreciar las épocas de formación de la madera. Los primeros resultados después de las marcas anuales y dos años de medidas frecuentes son bastante alentadores.

2^e PARTIE : PÉRIODICITÉ DES CERNES

Méthodes d'étude et premiers résultats

Nous avons décrit précédemment la présence et la nature des cernes dans les bois tropicaux, et les méthodes pour essayer de les rendre visibles et dénombrables.

Notre but étant d'obtenir une estimation de l'âge des arbres, il faut maintenant étudier le rythme de formation des cernes en fonction des

périodes de végétation liées aux saisons dans l'espoir de trouver un lien sûr entre le nombre de cernes et le nombre d'années de vie de l'arbre.

Nous décrivons ici les méthodes mises en œuvre dans ce but, illustrées et critiquées à la lumière des premiers résultats qu'elles nous ont donnés.

RYTHME VÉGÉTATIF ET SAISONS

En zone tempérée, après un repos hivernal de végétation avec arrêt de formation du bois, une période d'activité végétative s'établit du printemps à l'automne. Il se forme une nouvelle couche du bois. Plus ou moins différenciés selon les essences, on y distingue classiquement un bois initial et un bois final. Ce dernier est la partie la plus externe et la plus dense de la couche annuelle du bois ; il apparaît généralement plus sombre, « cernant » l'accroissement nouveau.

Il peut arriver que, par suite d'une période d'aridité pendant l'été, un faux-cerne se dessine dans la couche de bois, suivi d'une reprise d'activité génératrice se terminant par le vrai bois final.

On délimite chacune des années de vie, sur la section d'un arbre, par les lignes séparant d'une façon abrupte chaque bois final dense du bois initial plus tendre, ou plus poreux, de l'accroissement suivant.

Dans les feuillus, le repos hivernal de l'ensemble des méristèmes s'accompagne de la chute des feuilles dont l'effet sur la formation du bois en tant qu'événement physiologique, se confond donc avec celui du repos hivernal.

Dans les pays tropicaux africains, on retrouve un partage de l'année en saisons. Apparemment le facteur climatique qui les caractérise est l'humidité : saisons des pluies et saisons sèches. Nous ne voulons pas ici analyser les causes des rythmes végétatifs que nous pourrions constater. D'autres ont travaillé sur ce vaste sujet. Ainsi au Tanganyika, S. B. BOALER a trouvé que le commencement et l'arrêt de l'accroissement en diamètre dans le *Muninga*, *Pterocarpus angolensis*, ne sont pas directement liés au déficit en eau, bien qu'en cours de végétation de petites périodes sans pluie amènent des interruptions de croissance. En Nigeria,

E. NJOKU a constaté aussi pour une dizaine d'espèces de grande forêt un décalage entre l'activité végétative (formation de nouvelles feuilles) et la saison des pluies. Il a fait des expériences intéressantes montrant l'influence de faibles variations de longueur du jour sur la croissance, et pense aussi que les températures nocturnes relativement basses pourraient jouer un rôle dans le rythme des bourgeons. Il a observé d'autre part que les jeunes arbres ont une période de repos beaucoup moins prononcée que les arbres adultes. Ceci est important pour expliquer la faible visibilité des cernes des premières années.

En dehors de l'Afrique, au Costa Rica, L. LOJAN a trouvé que la croissance en diamètre de plusieurs espèces décidues était en corrélation avec les chutes de pluies sur l'ensemble de l'année, mais pas dans le détail de la saison des pluies. Pour des espèces à feuilles persistantes, principalement des *Eucalyptus*, la croissance était en corrélation négative avec la durée d'ensoleillement, et sans relation avec les chutes de pluie. « Le rythme de croissance paraît être commandé plus par des causes génétiques que par l'action de facteurs climatiques. Il est caractérisé dans les essences à feuilles persistantes par une croissance continue qui est réduite pendant la saison sèche, et dans les espèces décidues par une période de croissance et une période de repos, presque d'égale longueur. »

Indépendamment des facteurs climatiques ou génétiques à considérer, le rythme végétatif que l'on observe généralement en Afrique est globalement celui-ci :

Espèces à feuilles caduques. En pays de savane et une partie des espèces en forêt dense, surtout de type « décidue » : l'arbre se dépouille entièrement

puis refait son feuillage après une période de défoliation de durée variable. Ceci se passe en saison sèche sauf exception (cas de l'*Acacia albida* qui se défeuille au contraire en saison des pluies). Même en zone soudanienne, beaucoup d'espèces refont très vite leurs feuilles après une courte défoliation et apparaissent reverdies et fraîches sur une savane encore desséchée. Mais des feux de brousse peuvent provoquer une nouvelle défoliation brutale et durable.

Espèces à feuillage persistant. Le renouvellement des feuilles se fait progressivement, soit d'une façon très diffuse, soit par défoliation de l'ensemble d'une branche.

On peut évidemment penser qu'il y a plus de chances d'observer une croissance en diamètre bien rythmée dans la première catégorie, et donc des limites de cernes correspondant chacune à une année.

ÉPOQUES DE FORMATION DU BOIS

A partir des indications précédentes, générales et bien connues, sur le rythme végétatif des arbres, nous avons à choisir des méthodes d'observation ou d'expérimentation permettant d'approfondir très précisément les points suivants pour les espèces d'Afrique tropicale dans lesquelles le bois montre des cernes suffisamment distincts :

— Quelles sont les périodes de l'année où se forme du bois, et celles où l'assise cambiale est en repos ?

— Cette période éventuelle de repos correspond-elle régulièrement à ce que nous désignons dans le bois comme limite de cerne ?

— Se forme-t-il ainsi régulièrement une limite de cerne par an ?

— Si le rythme de croissance est plus complexe, peut-on discerner dans le bois l'accroissement correspondant à une année ?

PRÉLÈVEMENTS DE CAMBIUM

Méthode :

Les méthodes qui permettent de suivre périodiquement la formation du bois ne sont pas très nombreuses. La première que nous avons connue et appliquée est celle qu'utilisait CHOWDHURY dans ses travaux à Dehra Dun : les prélèvements périodiques de cambium.

Cette méthode vise à constater directement l'état de la zone cambiale où s'élaborent les nouvelles couches de bois.

Très simple dans son principe, elle consiste à détacher d'un arbre un morceau comportant à la fois du bois et de l'écorce, sans décoller l'un de l'autre. On pratique alors une coupe mince transversale qui permet, après double coloration, de très bien voir au microscope si le cambium est à l'état de repos ou d'activité. L'état d'activité se reconnaît à un cambium large et passant progressivement à la structure bois normale par une zone de bois en cours de formation et de lignification.

Cette méthode présente des difficultés de deux ordres qui n'en annulent pas l'intérêt.

Une première difficulté résulte du fait que la méthode est matériellement laborieuse. Il est difficile d'obtenir un morceau de bois avec écorce parfaitement adhérente, surtout à certaines époques de l'année où l'écorce se détache au moindre effort involontaire ; il est donc délicat de demander à ceux qui assurent sur place la continuité des recherches de renouveler fréquemment cette opération, et pourtant la fréquence doit être élevée pour bien délimiter les différentes phases et ne pas sauter par exemple un moment de repos.

La technique adoptée est celle-ci :

Avec une scie fine, on ouvre deux entailles parallèles horizontales dans l'arbre, séparées de 25 mm environ, assez profondes pour être sûr d'avoir dépassé l'écorce et pénétré dans le bois. Ceci est plus facile sur les petits arbres que sur les gros.

Avec une lame bien tranchante, on incise l'écorce jusqu'au bois par deux fentes verticales à 20 mm d'écart délimitant avec les traits de scie le rectangle à prélever. Les incisions sont faites légèrement, et en appuyant plutôt qu'en descendant. Puis, on répète de chaque côté une deuxième incision en dehors du rectangle, 1 cm plus loin par exemple, ce qui délimite une languette verticale d'écorce de chaque côté. On fait sauter ces languettes sans heurter l'écorce de l'échantillon (On peut aussi en dédoublant les traits de scie faire sauter des languettes d'écorce au-dessus et en dessous). L'écorce à conserver est ainsi bien dégagée et les risques de la décoller réduits au minimum.

Avec un ciseau et un marteau, on attaque le bois dans les languettes verticales pour obtenir le détachement d'un morceau de bois suffisant, 1 à 2 cm, portant le rectangle d'écorce.

Il faut être muni de gobelets étanches, remplis d'eau formolée, et numérotés. On immerge aussitôt l'échantillon dans un gobelet. Il pourra être ainsi transporté sans dessiccation ni pourriture en attendant l'examen au laboratoire.

Pour être bien observé, le cambium doit en effet être intact et se couper facilement. Or, il s'agit d'un tissu extrêmement fragile pris entre deux ensembles durs, le bois et l'écorce, et cette dernière se rétracte et se durcit beaucoup en séchant. Une bonne coupe de l'ensemble n'est possible que sur échantillon frais.

La deuxième difficulté est la suivante :

Le prélèvement crée une blessure assez sérieuse sur le tronc de sorte qu'il est difficile de répéter longtemps des prélèvements sur le même arbre sans risque d'obtenir des échantillons dont la croissance est traumatisée et anormale. Or, si l'on change

d'arbre, l'observation peut être sérieusement perturbée par les décalages d'activité d'individus différents. C'est l'explication probable de résultats irréguliers obtenus sur des arbres de savane pour lesquels on changeait d'arbre à chaque prélèvement.

Applications :

Pour travailler sur des arbres à rythme végétatif bien marqué, nous avons commencé nos observations, en 1961, en région de savane.

Le point d'application choisi fut d'abord l'Ecole Forestière de Dinderesso, près de Bobo Dioulasso, en Haute-Volta, où J. PARRAT acceptait obligeamment de prêter son concours, ce qui était essentiel. 7 espèces furent retenues.

En même temps une deuxième série de prélèvements (14 espèces) fut organisée en moyenne Côte-d'Ivoire, à la Station des Recherches Forestières de Kokondékro, près de Bouaké, grâce à J. LESSERT et A. MARCELLESI. C'est déjà une région au climat plus complexe, et à côté d'essences typiquement de savane, on trouve des îlots de forêt dense avec beaucoup de grandes espèces de la forêt décidue.

Le choix des essences a donc été guidé par les

considérations suivantes : essences fréquentes et typiques localement, arbres de taille moyenne, écorce suffisamment adhérente au bois pour ne pas se détacher au prélèvement, écorce et bois permettant l'exécution des coupes.

La périodicité des prélèvements a été fixée à 2 mois, compte tenu du fait qu'il s'agissait d'un premier essai, pour voir si les coupes de cambium permettraient une interprétation de l'activité de celui-ci, et dans ce cas, pour circonscrire grossièrement dans le temps cette activité, sans trop demander à des récolteurs bénévoles.

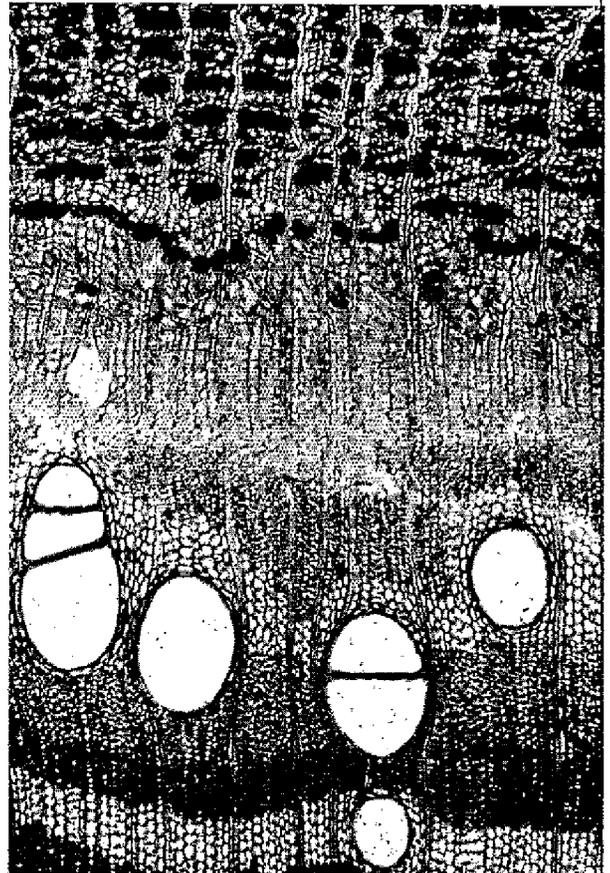
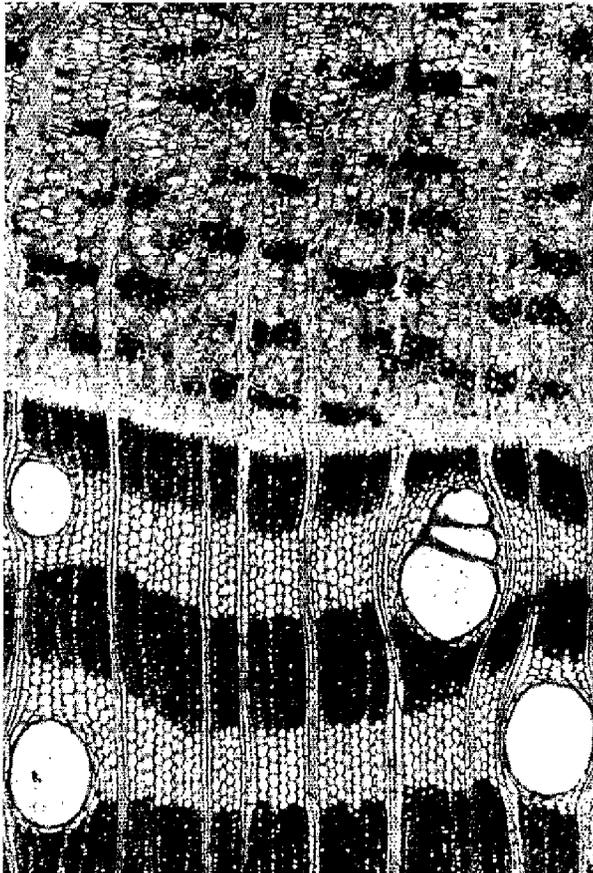
Les conclusions que l'on a pu tirer de ces séries d'essais sont les suivantes :

— Le cambium présente dans certaines essences une largeur variable suivant la saison. Mais c'est loin d'être évident dans toutes les essences, et pour confirmer ou infirmer cette affirmation, il faudrait pouvoir mieux repérer la limite entre cellules différenciées du cambium et jeunes cellules du liber.

— Le passage, progressif ou abrupt, du cambium en bois, semble le meilleur indice d'activité du cambium. En période d'activité, on trouve des cellules à tous les stades d'évolution depuis l'assise

Sections transversales de Cassia stamea. Bois dans le bas des photographies et écorce interne (liber) dans le haut. A gauche, cambium au repos. A droite, cambium en activité et zone très fragile de bois en cours de différenciation

Microphotographies J. Paquis



Fût de *Cassia siamea* portant les traces des marques périodiques faites en 1961-1962. Bouaké (Côte-d'Ivoire), nov. 1963.

Photo A. Mariaux.

cambiale jusqu'au bois formé et normalement lignifié. Aux époques de repos les cellules indifférenciées du cambium succèdent directement à des cellules de dimensions et de forme normales du bois.

— La lignification, telle qu'on peut l'apprécier par la coloration des tissus, se fait après développement complet des cellules. Elle peut suivre avec un gros retard et ne se terminer que longtemps après que la limite bois-cambium ait pris son aspect abrupt.

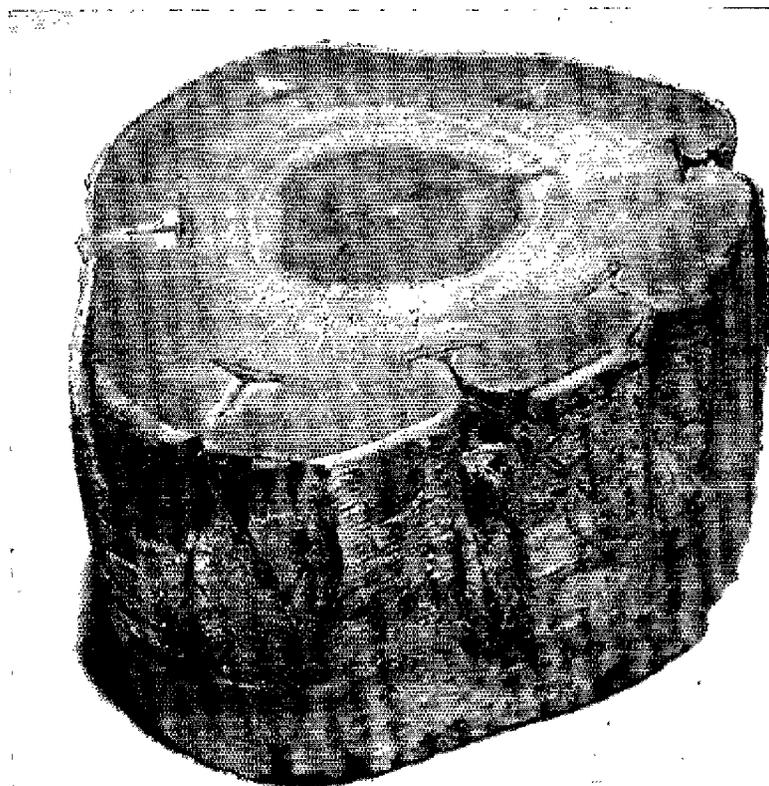
— Dans les sujets à croissance très lente, on n'obtient jamais une image de large zone en cours de formation et l'appréciation d'activité est plus délicate.

— Dans les bois à parenchyme en bandes nombreuses, l'observation de la limite du cambium est plus difficile par suite de la ressemblance entre parenchyme et cellules en voie de différenciation.

Les résultats sont rassemblés en 2 tableaux, nécessairement schématiques et donc sans nuances, où les signes + et — indiquent un cambium actif, à passage progressif au bois (+) ou un cambium paraissant au repos, à limite nette (-), les 2 signes ensemble indiquent qu'il y a doute, peut-être début ou fin d'activité. En même temps est représenté l'état du feuillage, normal (F), jeune (f), tombant (τ) ou absent (—).

Répetons qu'il ne faut pas demander à ces tableaux une information complète sur la formation de couches d'accroissement, parce qu'il y avait beaucoup trop d'intervalles entre les prélèvements. Mais il est certain qu'à condition d'en prendre les moyens, c'est-à-dire de multiplier les prélèvements et le nombre d'arbres utilisés, on pourrait arriver à une connaissance très précise des périodes d'activité du cambium. Déjà notre modeste essai montre que sur 132 prélèvements examinés, nous n'avons hésité à classer en activité ou repos que 19 d'entre eux. Les dates de ces sujets embarrassants sont souvent des débuts ou surtout des fins de saison active de sorte que l'on peut penser qu'il s'agit là d'états de transition, que d'autres récoltes faites un peu plus tôt ou un peu plus tard auraient confirmés.

Dans l'ensemble, on constate au moins qu'aucune des essences étudiées n'a montré une activité constante. Sauf pour l'*Acacia albida* qui vit à contre-saison, il y a dans l'Afrique de l'Ouest un arrêt général autour de février et un



Le même arbre, section du fût vue du même côté montrant les cicatrices des marques périodiques.

Photo Châtelain.

Activité du cambium et état de végétation observés à Bobo-Dioulasso, Haute-Volta

	27 oct. 1961	1 fév. 1962	2 avr. 1962	4 juin 1962	2 août 1962	3 oct. 1962	4 déc. 1962
<i>Ficus dieranoslyla</i>	± F	+ F	- F	+ F	+ F	± F	- F
<i>Terminalia laxiflora</i>	± F	- F	- F	- F	+ F	± F	- F
<i>Isobertlinia doka</i>	- F	F	- F	+ F	+ F	± F	- F
<i>Daniellia oliveri</i>	± F	- F	- F	+ F	± F	± F	- F
<i>Acacia albida</i>	+ F	+ F	+ F	+ F	- F	+ F	+ F
<i>Cassia siamea</i> (introduit)	+ F	- F	- F	- F	+ F	+ F	- F
<i>Azadirachta indica</i> (introduit)	- F	- F	- F	- F	+ F	- F	+ F

Activité du cambium et état de végétation observés à Bouaké, Côte-d'Ivoire

	14 oct. 1961	15 déc. 1961	19 fév. 1962	16 avr. 1962	15 juin 1962	16 août 1962
ESSENCES DE SAVANE						
<i>Lannea acida</i>	- F	- F	- F	- F	- F	+ F
<i>Terminalia glaucescens</i>	- F	- F	- F	- F	- F	F
<i>Azelia africana</i>	± F	- F	- F	- F	+ F	± F
<i>Daniellia oliveri</i>	± F	- F	- F	- F	- F	± F
<i>Parkia biglobosa</i>	+ F	- F	- F	- F	+ F	- F
<i>Ficus dieranoslyla</i>	- F	- F	- F	± F	+ F	± F
<i>Nauclea latifolia</i> = <i>Nauclea esculenta</i>	- F	- F	- F	- F	+ F	± F
<i>Vilox cuneata</i>	- F	- F	- F	- F	- F	- F
ESSENCES DE FORÊT						
<i>Berlinda grandiflora</i>	- F	- F	- F	+ F	+ F	- F
<i>Anthocheista kerslingii</i>	+ F	+ F	- F	+ F	- F	- F
<i>Uapaca Somon</i>	± F	± F	- F	F	- F	+ F
<i>Celba pentandra</i>	± F	- F	- F	- F	+ F	+ F
<i>Antiaris africana</i>	+ F	- F	- F	- F	- F	+ F
<i>Cassia siamea</i> (introduit)	- F	- F	- F	+ F	+ F	± F

maximum d'activité autour d'août (pour certaines un peu avant, pour d'autres un peu après).

En admettant qu'ayant des récoltes plus nombreuses sur une même espèce, nous connaissions parfaitement son rythme d'activité cambiale, nous n'avons pas pour autant atteint notre objectif. Si nous avons constaté une période unique de formation du bois dans l'année, il y a de grandes chances que le bois formé corresponde à ce que nous avons appelé couche d'accroissement, mais il serait mieux encore de le prouver.

Quand on examine les coupes minces faites dans les prélèvements de cambium, on voit des limites de cernes de bois, du moins si l'on a conservé assez de bois, la dernière limite n'étant pas trop éloignée du cambium. Si cette limite est bien caractérisée, on peut constater en début d'activité de l'assise cambiale, que celle-ci, sur les prélèvements successifs, se détache d'une telle limite et s'en éloigne progressivement. Mais on voit combien il faut de prélèvements fréquents sur un même arbre pour être sûr que la limite, vue de plus en plus loin du cambium, est bien toujours la même et qu'il ne s'en forme pas d'autre de loin en loin pendant la saison d'activité. Que dire alors si la définition de la limite n'est pas évidente sur un fragment de coupe. La difficulté est d'autant plus grande que l'on est obligé, comme nous l'avons dit, d'éviter que les prélèvements soient trop voisins sur l'arbre. On est donc exposé au risque de prélever à des emplacements où la vitesse de croissance est différente, de sorte que la distance entre cambium et ancienne limite de cerne n'est pas comparable d'une coupe à l'autre.

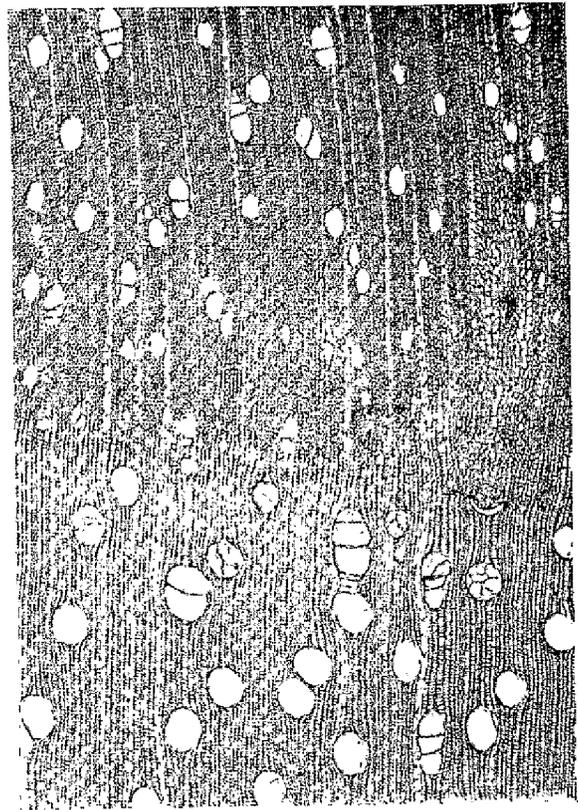
Cette préoccupation trouve sa réponse dans la méthode suivante :

Marques dans le bois par incision de l'écorce :

Nous discutons en décembre 1958 avec R. CATINOT devant un jeune okoumé du Gabon, cherchant pour la première fois comment résoudre ce problème de « dater » les cernes, quand nous avons pensé aux inscriptions gravées par des promeneurs sur des arbres et qui, dans certains cas, se retrouvent longtemps après, en profondeur dans le bois, quand l'arbre est débité. Il suffit pour cela que l'incision faite dans l'écorce ait atteint le cambium. La petite surface détruite par l'intervention ne forme pas de bois avant que, par un bourrelet de cicatrisation, développé à partir des côtés de la blessure, l'assise cambiale ait été reconstituée. Il en résulte une cicatrice que l'on retrouvera imprimée dans le bois à un emplacement qui était exactement celui de l'assise cambiale à la date de l'intervention.

Nous avons donc, dans notre Okoumé, qui avait une trentaine de cm de diamètre, découpé dans l'écorce une « fenêtre » grande comme un timbre-poste, allant jusqu'au bois en veillant bien à enlever tout le liber.

Trois ans après, en décembre 1961, l'arbre a été



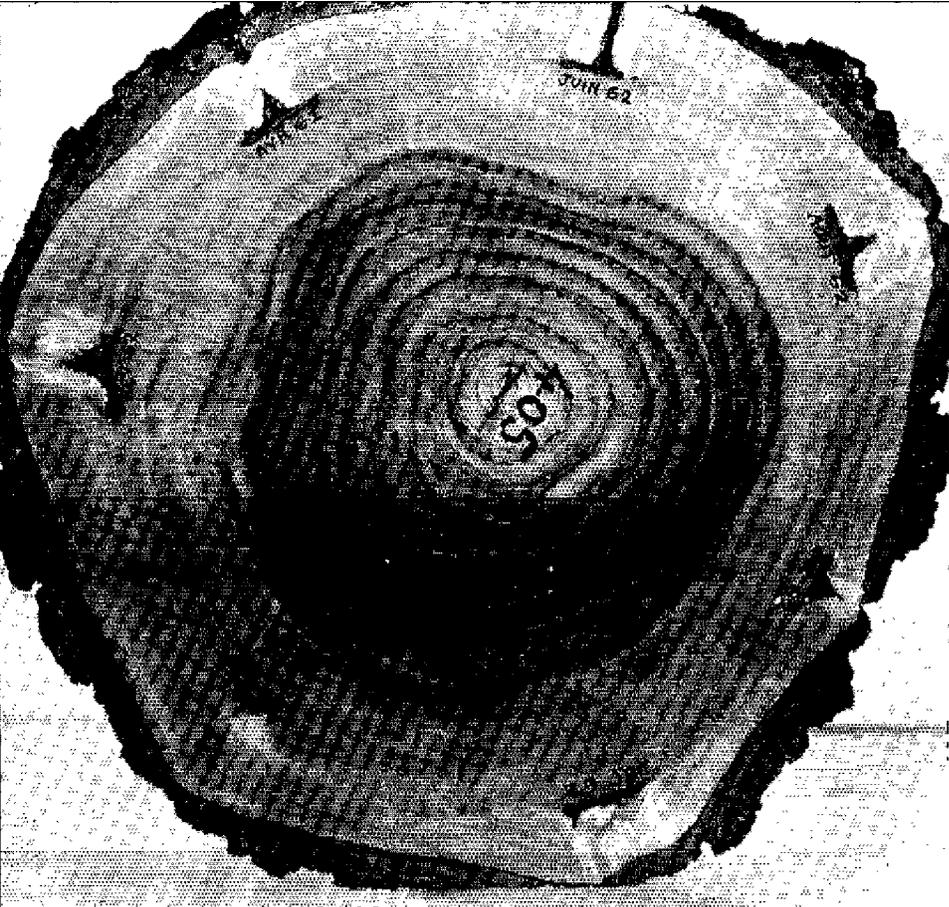
Microphotographie J. Paquis.

Section transversale dans le bois d'un Okoumé, Aucoumea klaineana, sur le bord d'une marque. A droite, recouvrement du bois normal par un tissu cicatriciel et développement de l'hyalle dans les vaisseaux. Sur la moitié gauche, changement d'aspect du bois indiquant la position du cambium au moment de la marque, même si celle-ci avait pénétré dans le bois.

abattu et on a prélevé dans le tronc un disque portant la marque encore visible sur l'écorce. Sciée au niveau de la marque, la section transversale du tronc montrait une cicatrice évidente, quoique très bien recouverte de bois cicatriciel sans nécrose (microphotographie ci-dessus).

C'est d'ailleurs au voisinage de cette marque qu'a été préparée la coupe ayant servi à la microphotographie d'Okoumé présentée dans la première partie de cet article (Bois et Forêts des Tropiques n° 113, page 9). La cicatrice se situait exactement sur la ligne sombre indiquée par une flèche. De ce niveau à l'écorce il y a 3 couches annuelles (décembre 1958 à décembre 1961).

Anticipant quelque peu sur le résultat encourageant de cet essai, nous avons, dès octobre 1961, commencé des séries de marques périodiques en même temps que les prélèvements de cambium, aussi bien en Haute-Volta à Bobo Dioulasso qu'en Côte-d'Ivoire à Bouaké. Tous les 2 mois une ouverture était faite dans l'écorce à la même hauteur que les ouvertures précédentes, et en tournant régulièrement autour de l'arbre. Toutefois à Bobo Dioulasso, la 1^{re} date (fin octobre) n'ayant pas paru très favorable pour que les marques successives



Vène, *Pterocarpus erinaceus*,
Bobo-Dioulasso (Haute-Volta).
Section de l'arbre au niveau des
marques.

Photo Châtelain.

a été de bien atteindre le bois mais surtout de ne pas le pénétrer, de peur de fausser l'appréciation de la position de la marque dans le bois. D'où des précautions extrêmes à prendre en période d'activité probable de l'arbre, à cause du bois très fragile en cours de formation et il n'est pas toujours facile de savoir si l'on a atteint le bois ou s'il reste un peu de liber. En réalité, cet excès de prudence a conduit à quelques échecs parce qu'un peu de liber et le cambium sont demeurés intacts. Si l'écorce a bien conservé trace de la marque, il n'en est rien resté dans le bois. Au contraire, il n'y a finalement pas d'inconvénient à bien gratter le bois au fond de la fenêtre pour enlever tout le cambium : ce sont en effet les

tombent à des saisons bien typiques, on a ensuite attendu le 1^{er} février. La 7^e marque est donc revenue 1 an après la 1^{re} à Bouaké, un peu plus tard à Bobo Dioulasso. De toute façon entre les marques extrêmes faites en début de saison sèche, on a pratiquement délimité une couche annuelle de bois. On a ensuite laissé passer encore une année avant d'abattre les arbres en décembre 1963, afin qu'une nouvelle couche de bois corresponde encore à une année exactement et que les cicatrices soient bien enfermées dans le bois.

Critique de la méthode.

De cette double série d'essais quelques conclusions sont à tirer du point de vue de la méthode.

— En général, la méthode a répondu à notre espoir et permis de préciser avec beaucoup de finesse, dans la section de l'arbre, les limites d'une année de croissance.

— Une rectification a été apportée à la dimension de la fenêtre ouverte dans l'écorce : pour qu'on puisse facilement passer un trait de scie à travers la totalité des cicatrices, il faut qu'elles soient bien à la même hauteur, c'est évident, mais aussi assez hautes. Par contre, elles ont parfois atteint plus de 2 cm de largeur, et il est arrivé que le bois se referme mal ou se nécrose gravement. Une largeur réduite convient aussi bien. Nous considérons actuellement qu'il faut enlever une languette d'écorce de 5 cm de hauteur et 1 cm de largeur.

— Notre grand souci dans cette première série,

côtés de la blessure qui placent avec précision la position de la marque par rapport aux couches de bois.

— La méthode est évidemment prise en défaut quand l'accroissement a été excessivement faible. Il est ainsi arrivé qu'une section ne montre de bois formé qu'au voisinage de chaque marque, sous forme de gros bourrelets de cicatrisation (*Lannea acida*, à Bouaké).

— Il y a des arbres qui réagissent à la moindre blessure par la formation de couches de bois anormales, avec parenchyme abondant et coloré, ou accompagné de canaux traumatiques : *Delarium senegalense*, *Ficus dieranostyla* par exemple. La photographie p. 31 illustre bien les lignes traumatiques accompagnant chaque marque. Ces lignes facilitent l'appréciation du décalage de niveau, par formation de bois, entre les marques successives, mais gênent l'analyse de ce qu'est un cerne annuel normal.

Premiers résultats.

Comme nous l'avons dit, la méthode des marques dans le bois a été essayée, d'octobre 1961 à décembre 1962 sur deux lots d'arbres : 14 à Bobo Dioulasso, 11 à Bouaké. Les deux lots ont été abattus au début de décembre 1963 (sauf un arbre laissé sur pied à Bouaké pour prolonger l'expérience).

Le choix des essences avait été dicté essentiellement par leur fréquence locale. Comme, à l'époque, nous n'avions pas encore étudié en détail la nature et la visibilité des cernes, nous ne nous sommes pas limités à des essences ayant des cernes bien visibles.

Ficus dieranostyla, Bobo-Dioulasso (Haute-Volta). Section de l'arbre au niveau des marques. Des cernes traumatiques, provoqués localement par les marques, aident à discerner le décalage de niveau de celles-ci, mais masquent les vraies limites.

Photo Châtelain.

Globalement, sur les 24 arbres examinés, on a obtenu les résultats suivants :

-- Cernes annuels définis et dénombrables :

à Bobo-Dioulasso : *Cassia siamea* (planté) ; *Daniellia oliveri*, *Detarium microcarpum*, *Isobertinia doka*, *Lannea acida*, *Parkia biglobosa*, *Pterocarpus erinaceus*, *Tectona grandis* (planté), *Vitex cuneata* ;

à Bouaké : *Azelia africana*, *Anthoecleista kerstingii*, *Cassia siamea*, *Tectona grandis*.

-- Cernes mal délimités, dénombrement douteux :

à Bobo-Dioulasso : *Acacia albida* (mais arbre très endommagé par de nombreuses blessures), *Butyrospermum parkii*, *Khaya senegalensis*, *Terminalia laxiflora* ;

à Bouaké : *Ficus dieranostyla*.

-- Cernes impossibles à définir :

à Bobo-Dioulasso : *Azadirachta indica* (planté), *Ficus dieranostyla* (mais section trop dissymétrique, voir photographie) ;

à Bouaké : *Antiaris africana*, *Cussonia djalonensis* (accroissement nul), *Daniellia oliveri*, *Lannea acida* (accroissement nul, sinon cernes visibles dans la section), *Vitex cuneata* (accroissement trop faible).

Nous insistons auprès du lecteur pour qu'il note bien que chaque espèce citée n'est représentée que par un seul arbre, ou tout au plus un dans chaque station, et que l'expérience n'a duré que 2 ans. Certes nous avons nous-mêmes attaché beaucoup d'intérêt à ces premiers résultats, mais il faut les considérer plutôt comme un essai de la méthode et attendre un développement des observations sur une même essence pour juger des possibilités d'en estimer l'âge.

C'est pourquoi nous ne ferons pas ici une étude critique détaillée des résultats mais seulement quelques commentaires d'ensemble.

Quant les accroissements ont été assez larges pour séparer nettement les niveaux des première et dernière cicatrices, c'est-à-dire les lignes tangentielles réelles ou fictives correspondant à la position du cambium au moment de la première et de la dernière marque, à un an d'intervalle, les cicatrices intermédiaires ont toujours situé la période de



croissance durant la saison des pluies avec arrêt en saison sèche. Même à Bouaké où la saison des pluies est plus ou moins interrompue au mois d'août, on n'a pas observé de double accroissement évident avec limite de cerne en cours d'année, mais seulement dans quelques cas un faux-cerne qui se distingue des vraies limites (*Tectona grandis*, *Azelia africana*).

Une réserve est à faire pour le *Daniellia oliveri* : on a pu remarquer la contradiction entre les observations sur l'arbre de Bobo-Dioulasso et sur celui de Bouaké. Sur le premier les cernes 1962 et 1963 apparaissent clairement définis par une ligne fine et continue de parenchyme, et manifestement annuels d'après la position des marques. Sur l'arbre de Bouaké au contraire, on voit entre les lignes correspondant aux niveaux de repos définis par les cicatrices plusieurs bandes épaisses de parenchyme et même de plus fines lignes difficiles à considérer comme différentes de celles des limites, de sorte que l'image est plus ou moins celle de plusieurs accroissements très fins dans une même année, mais qui ne font pas nettement le tour de la section. Comme cet aspect est assez particulier à notre échantillon de Bouaké et ne se retrouve pas sur les bois de nos collections : *Daniellia oliveri* des régions soudanaises, *D. thurifera*, *D. klainii*, etc. des forêts denses, nous formons provisoirement l'hypothèse que la structure typique d'un *Daniellia* dans son aire normale est d'avoir une ligne terminale évidente par saison de végétation, sans préciser encore s'il y a deux accroissements par an en forêt dense. A Bouaké, le *D. oliveri* était dans des conditions climatiques différentes de celles de Bobo-Dioulasso. Sa structure est perturbée et il accuse à l'excès les à-coups d'une saison de végétation trop longue pour lui.

Nous nous sommes étendus sur ce cas d'espèce, pour montrer que les résultats sont encore très

limités et qu'il ne faut certainement pas s'aventurer dans des conclusions, positives ou négatives, d'après l'étude d'un arbre.

La méthode des marques périodiques a cependant prouvé dans ce premier essai les avantages extrêmement intéressants de simplicité et de précision dans la détermination des limites d'accroissement annuels et même des parties d'un accroisse-

ment correspondant aux différentes périodes de l'année.

Aussi nous avons étendu l'usage des marques à un grand nombre d'arbres en diverses stations d'Afrique tropicale, mais suivant des modalités un peu différentes que nous allons maintenant décrire et qui représentent notre méthode actuelle de recherches en cette matière.

COMBINAISON MARQUES ET RUBAN-DENDROMÈTRE

Principe de la méthode.

Pour bien comprendre les variations d'aspect des cernes, connaître les dédoublements d'accroissement dans une même année, qui peuvent entraîner la formation de plusieurs limites par an, ou au contraire constater l'absence de stade de repos du cambium, entraînant l'absence de limite, les cicatrices datées ne sont efficaces qu'assez grossièrement, par exemple une par saison, et leur multiplication rend difficile la comparaison de leurs niveaux surtout si le plan ligneux de l'espèce ne s'y prête pas ou si l'accroissement est faible.

Il existe un moyen bien simple en théorie pour suivre avec finesse l'avancement de la formation du bois, c'est de mesurer en continu et avec précision la circonférence de l'arbre.

Un procédé commode nous avait été signalé par J. TARTIER qui, d'un point de vue de sylviculteur, avait noté l'intérêt du dispositif mis au point à la Station expérimentale sylvicole de Columbus aux Etats-Unis (F. A. O., Note sur l'équipement forestier, n° A 10.58, Dendromètres fabriqués localement, décembre 1957).

Un ruban métallique est placé en ceinture autour de l'arbre, les deux extrémités étant liées par un ressort extensible mais avec un large recouvrement des deux brins. Ce recouvrement permet de superposer à une graduation tracée sur un des brins, un vernier tracé sur l'autre.

L'ensemble peut rester longtemps en place et être lu à tout moment, donnant par comparaison des lectures l'importance du glissement des bouts l'un sur l'autre, donc l'accroissement de circonférence.

En pratiquant sur un même arbre une marque par an et des lectures très fréquentes sur ruban dendromètre, on aura une très bonne connaissance de la formation du bois en une année, avec un minimum de difficulté et de dégradations de l'arbre.

Il y aurait tout intérêt à être patient et à continuer plusieurs années l'observation, afin de délimiter dans le bois plusieurs couches annuelles successives.

La difficulté est de choisir a priori la date de la marque annuelle, toutefois, ce n'est pas d'une importance capitale si entre deux marques il y a toujours une année. Le résultat sera plus démonstratif si l'on peut placer les marques exactement sur les limites entre les cernes. On peut choisir en

forêt dense comme en pays de savane, la principale saison sèche. On peut éventuellement faire une marque complémentaire au moment du renouvellement des feuilles si celui-ci se produit à une autre époque de l'année.

Réalisation.

Une plaque métallique entaillée selon les divisions voulues, et un stylet, permettent de tracer les divisions sur du ruban quelconque et l'on peut placer sans grands frais autant que l'on veut de ces dendromètres, en ne consommant que du ruban et un ressort par arbre.

La plaque gabarit, sur laquelle le ruban est commodément serré pour le traçage des traits, est divisée en doubles-millimètres; le vernier permet d'apprécier 1/10 de division, donc 1/5 mm. Toutes les lectures sont faites d'ailleurs en division et 1/10 de division pour simplifier, la conversion ne se faisant qu'ensuite sur le papier.

En collaboration avec J. TARTIER et A. MARCELLEST, nous avons mis en place à Bouaké, durant la saison sèche 1963-64, une première série d'observations combinées par marques et rubans, et les arbres ont été abattus au début de mars 1966. Pendant ces deux années les rubans-dendromètres ont été visités tous les mois.

Depuis cette date d'autres stations d'observation ont été ouvertes dont nous donnerons le détail plus loin. Les arbres ne sont pas encore abattus à la date où ces lignes sont écrites, mais ils sont régulièrement visités tous les 15 jours ou tous les mois selon les possibilités du responsable local, et les difficultés ou particularités des lectures forment déjà un faisceau de documents permettant de porter un jugement sur la méthode ou tout au moins d'éveiller l'attention sur certains points.

Difficultés d'emploi des rubans-dendromètres.

— Dérangement du ruban.

Un point faible de la méthode en même temps que son avantage, est que le ruban reste à demeure sur l'arbre, surveillé seulement par intermittence. Il est arrivé dans certaines stations, que les ressorts paraissent utiles aux chasseurs pour d'autres usages et que l'on retrouve le ruban à terre, ou disparu lui aussi. Sans aller jusque là; on peut craindre souvent que le ruban soit légèrement dérangé par des chutes de branches ou des animaux grimpeurs. Il en résulte

Acajou, Khaya grandifoliata, à Bouaké (Côte-d'Ivoire). Réaction de l'écorce par gonflement et gommose sous le ruban-dendromètre (et par desquamillon sous la peinture) après 1 an de pose.

Photo A. Mariaux.

tera aussitôt un écart de lecture des divisions à la visite suivante. Nous avons pensé qu'on pourrait y remédier en assurant au ruban une position précise grâce à 3 petites pointes plantées dans l'arbre au-dessous du ruban et le supportant. L'expérience a été faite à Bouaké sans inconvénient. Elle n'a pas été étendue aux autres stations de peur de réaction du cambium en bourrelets autour des clous, mais à Bouaké on n'a rien observé de ce genre.

En fait, si la place du ruban est bien tracée sur l'arbre, et elle s'y marque d'elle-même assez vite par une teinte de l'écorce un peu différente, on peut remettre le ruban à sa place, noter la nouvelle lecture avec mention du dérangement. Les graphiques établis d'après les lectures montrent que ces dérangements ne se répercutent souvent guère sur l'interprétation de la croissance (p. 35).

Variation de température.

Le ruban est, dans cette méthode, l'instrument de mesure. Cela suppose que sa longueur est invariable. Toute élévation ou rétraction du ruban qui serait provoquée par des variations de température provoquerait une fausse interprétation des variations de circonférence.

En forêt dense où les variations de température sont modérées dans le sous-bois, le risque d'erreur est moindre qu'en forêt claire ou en savane où les températures connaissent des écarts journaliers importants. En attendant des observations plus précises, signalons qu'un ruban posé sur un arbre d'une vingtaine de cm de diamètre, le tronc étant exposé au soleil au milieu de l'après-midi, à Niamey, le 3 février 1965, a donné les résultats suivants :

à 8 h, température très fraîche, division . . .	1,1
13 h, très chaud, ruban à l'ombre	0,95
16 h, ruban au soleil	0,75
17 h, — —	0,8

Le maximum d'écart a donc été de 0,35 division soit 0,7 mm. Il aurait été plus grand si l'arbre avait été plus gros. C'est un écart qui n'est pas négligeable mais représente pratiquement un maximum. Il est souhaitable que les lectures soient faites assez régulièrement au même moment de la journée, pour que



le graphique n'accuse pas de petites variations parasites qui seraient surtout gênantes dans le cas d'arbres à croissance très faible.

Contraction de l'écorce.

La plupart des graphiques établis d'après les relevés de dendromètres de Bouaké décrivent un palier en saison sèche, témoignant d'un arrêt de l'accroissement. Ils montrent même une légère réduction de la circonférence de l'ordre d'une division ce qui correspond à 300 microns sur le rayon. CHOWDHURY a signalé un affaissement du cambium en période de repos, suivi d'un gonflement avant la reprise d'activité. Nous nous demandons s'il n'y aurait pas aussi contraction de l'écorce par siccité de l'air ; cela risquerait de masquer partiellement une variation en sens contraire de l'accroissement



Iroko n° 239, Chlorophora excelsa, Bouaké (Côte-d'Ivoire). Récolte de l'arbre le 10 mars 1966 après deux années de mesures par ruban-dendromètre, avec marques les 23 décembre 1963 et 12 février 1965.

Photo A. Marlaux.

Dans le même ordre d'idée nous avons renoncé à placer des rubans sur des Bossé, *Guarea cedrata*; l'écorce semble en desquamation incessante, risquant de perturber les comparaisons de lectures.

Premiers résultats combinés marques et dendromètres.

Comme nous l'avons dit, les premiers arbres qui ont reçu un ruban-dendromètre et une marque étaient à Bouaké, en Côte-d'Ivoire, ou plus exactement à la station forestière de Kokondékro qui englobe un îlot de forêt dense et des zones de savanes presque entièrement reboisées en Teck.

C'est pourquoi, cette série comporte comme la série des marques périodiques fréquentes des essences de savane mais surtout de forêt décidue.

Dans la saison sèche 1963-64, 20 arbres ont reçu un ruban mais 4 ne devaient pas être abattus, 16 ont donc reçu en février 1964 une 1^{re} marque. La 2^e marque a été faite en février 1965.

En début mars 1966, 12 ont été abattus (les 4 autres abandonnés pour des raisons diverses : gros bourrelets d'un Acajou, arbres cassés ou tombés).

Sur les rondelles débitées au niveau des marques dans les 12 arbres récoltés, une n'a pas de cicatrice dans le bois, les marques n'ayant certainement pas atteint le cambium. C'est un Samba, *Triplochiton scleroxylon*. C'est un exemple de ce que nous disions sur certains libers trop semblables au bois et qui font croire que le bois est atteint par l'entaille.

Un Teck, *Tectona grandis*, choisi dans une parcelle d'assez bonne venue, et qui n'était pas dominé, n'a montré par le ruban aucune croissance, mais des variations anarchiques sans doute dues à l'écorce. Néanmoins la section montre un accroissement de l'ordre du millimètre délimité par la dernière marque. La 1^{re} marque n'a pas atteint le bois. Comme on en a déjà eu la preuve par d'autres marques, la couche annuelle correspond au cerne délimité par une ligne de parenchyme accompagné d'une zone poreuse.

Restent 10 arbres seulement pour lesquels l'expérience s'est déroulée normalement, c'est-à-dire avec deux marques bien placées dans le bois, un accroissement suffisant pour bien analyser les cernes, et des lectures de rubans avec un minimum de discontinuité.

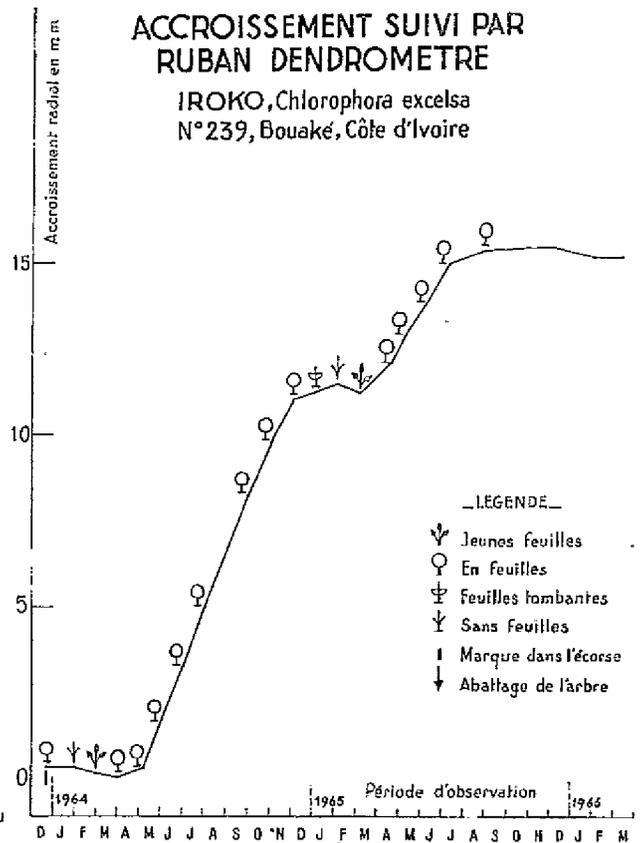
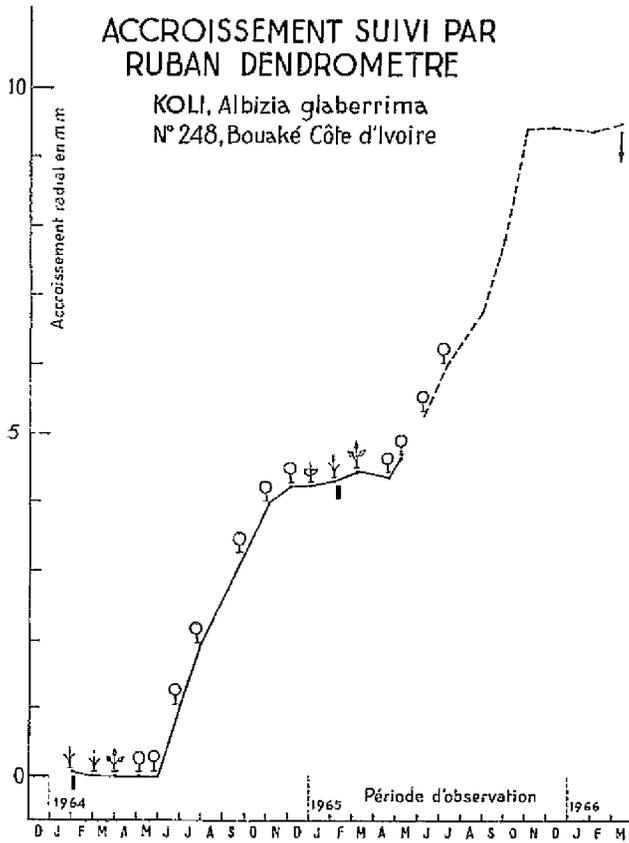
6 arbres ont donné un résultat positif, c'est-à-dire des cernes annuels dont les limites correspondent à la position des marques et à la période de défoliation en pleine saison sèche, avec un arrêt de croissance bien caractérisé par un palier

du bois. On peut même concevoir à l'extrême qu'il n'y ait pas d'arrêt réel dans la formation de bois, celle-ci étant momentanément compensée par la contraction de l'écorce. C'est un point qui requiert des éclaircissements.

En fait, des graphiques comme celui que nous présentons pour un Iroko de Bouaké ne paraissent pas explicables par une simple rétraction d'écorce et sans un ralentissement important ou un arrêt de l'activité cambiale.

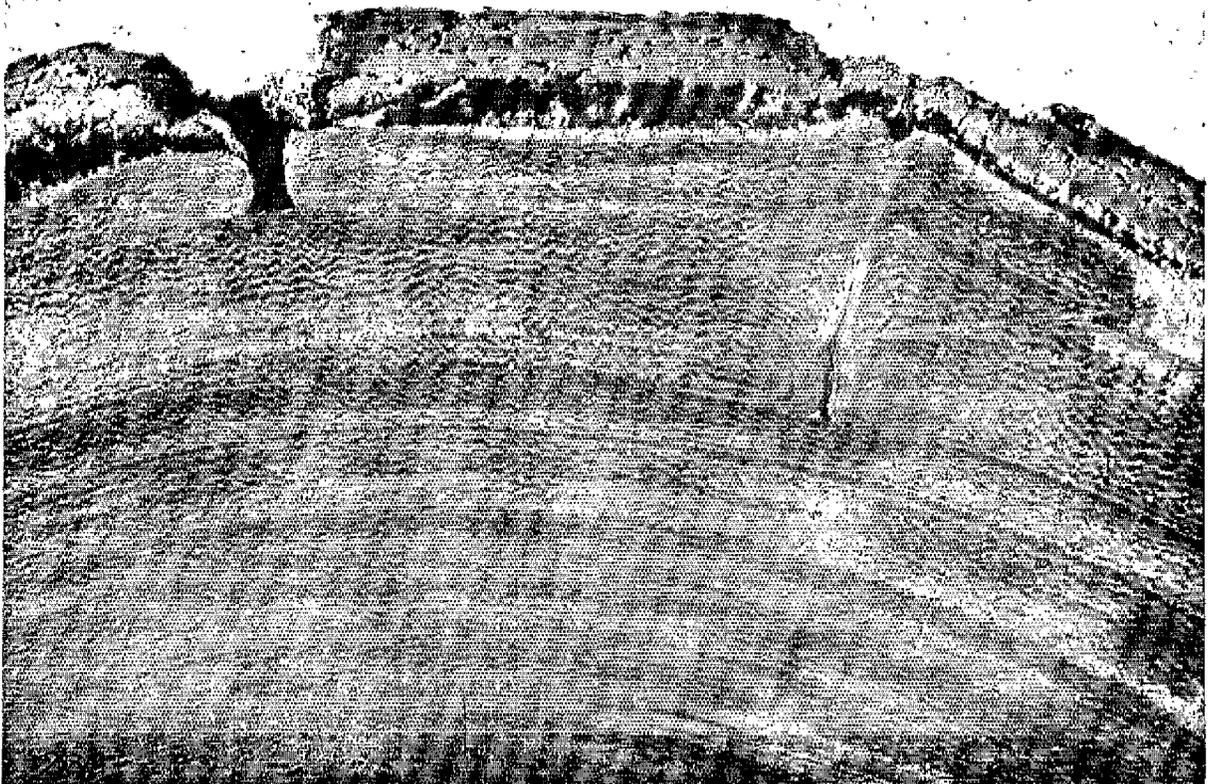
Réactions de l'arbre.

En général la présence du ruban métallique tendu sur l'écorce n'a pas provoqué de réaction. Jusqu'ici, seuls les Acajous, *Khaya sp. pl.* ont parfois réagi par un bourrelet avec gommose et attaque d'insectes, au point que les variations indiquées par le ruban n'ont certainement plus aucun sens.



Le même Iroko n° 239, section du fût au niveau des marques.

Photo A. Chatelain.



du graphique des relevés de dendromètre en fonction du temps.

Comme exemple de ces 6 résultats nous donnons celui de l'Iroko, *Chlorophora excelsa*. Tous les graphiques se ressemblent d'ailleurs beaucoup (à l'amplitude près, due à la vitesse de croissance).

La figure montre en abscisse, mois par mois, la période d'observation, en ordonnée les accroissements cumulés sur le rayon (formation du bois) par conversion des lectures successives du ruban-dendromètre.

Rappelons que la saison sèche de Bouaké s'étend de novembre à mars (avec des variations assez fortes selon les années).

On voit que l'arrêt de croissance a été variable : décembre (ou avant) à mai en 1963-64 — décembre à mars ou avril (relevés trop espacés) en 1964-65 — août à mars (ou après) en 1965-66. Le renouvellement du feuillage se produit pendant cette période. Il n'y a pas de ralentissement de la croissance au moment de la petite saison sèche, très relative, de juillet-août, en 1964. Par contre la croissance s'est non seulement ralentie mais arrêtée en juillet-août 1965, sans reprendre en septembre-octobre.

On peut noter encore que la vitesse d'accroissement (pente de la courbe) a été peu différente en 1964 et 1965 mais que la couche de bois formée en 1965 a été trois fois plus faible que la précédente par arrêt précoce d'activité du cambium.

Si l'on se reporte à la photographie du bois, on voit parfaitement les deux cicatrices situant les niveaux de décembre 1963 et février 1965. Elles sont bien placées sur ce que l'on qualifie de « limite de cerne », ligne de parenchyme tangentielle fine, accompagnée plus ou moins d'une zone sombre sans parenchyme et d'un changement d'aspect général de parenchyme associé aux vaisseaux. Il n'y a pas de limite entre les 2 cicatrices, ce qui s'accorde bien avec l'absence de ralentissement de la croissance ; pas de limite non plus entre la 2^e cicatrice et la périphérie du bois.

Les cernes délimités ainsi sont donc bien annuels, et l'on peut penser que toute limite rencontrée en direction du centre est aussi une limite annuelle.

Il y a cependant une difficulté : si l'on suit la ligne terminale de parenchyme au niveau de la 2^e marque (séparation entre cernes 1964 et 1965), on constate qu'elle disparaît pratiquement par endroit. Il reste un léger aspect de

limite par effilement du parenchyme à ce niveau et changement de l'aspect général du bois ; on aurait pu négliger ce passage dans un comptage en le qualifiant de faux-cerne. Cette remarque jette un doute sur d'autres niveaux dans la section, que nous aurions volontiers interprétés comme de faux-cernes et qui sont peut-être de vraies limites.

Néanmoins dans la mesure où d'autres arbres le confirmeront, on aura démontré que le cerne normal de l'Iroko est formé par un accroissement annuel.

Les autres arbres dont le résultat a été semblable au précédent sont :

Fromager, *Ceiba pentandra*.

Tali, *Erythrophleum guineense*.

Fraké, *Terminalia superba* (qui porte aussi 7 marques de la série 1961-62).

Mbli, *Vitex cuneata*.

Olon dur, *Fagara xanthoxyloides*.

Les deux derniers nécessitant un examen du bois particulièrement fin pour voir les lignes peu apparentes limitant les cernes.

4 arbres ont donné provisoirement un résultat négatif. Ce sont des espèces dont l'accroissement annuel est rythmé avec phase de repos comme le montrent les graphiques mais dont le plan ligneux ne permet pas de déceler facilement des limites :

Ntaba, *Cola cordifolia* présente un parenchyme en bandes concentriques dont l'aspect varie légèrement au niveau des cicatrices sans que ce changement d'aspect se retrouve assez sûrement dans l'ensemble de la section.

Ako, *Antiaris africana*

Aiéle, *Canarium schweinfurthii* présentent des cernes de nature analogue à ceux de l'Okoumé par variation de densité et la radiographie apportera peut-être le moyen de distinguer mieux leurs accroissements annuels.

EXTENSION DES OBSERVATIONS

Nous n'avons présenté dans cet article que des résultats très limités, obtenus par différentes méthodes. Volontairement nous n'avons pas cherché à les regrouper pour une même essence quand il y avait lieu. Nous ne les avons pas rapprochés non plus, quand c'était possible, d'observations de sections d'arbres d'âge connu.

En effet, ce sont surtout des résultats de méthodes que nous avons voulu exposer.

En fait la méthode combinée des marques et du ruban-dendromètre a été adoptée pour étendre les mises en observation dans un plus grand nombre de stations sur des essences d'utilité générale, ou au moins d'intérêt local.

Dans la mesure du possible, plusieurs arbres d'une même essence ont été choisis dans une même station, afin d'éviter les cas particuliers. Nous avons l'intention de récolter une partie des arbres au bout des 2 ans d'observation et de maintenir le restant sur pied plusieurs années, en continuant des marques annuelles, pour augmenter la quantité d'informations rassemblées sur un même arbre.

Les autres méthodes : marques multiples dans l'année, prélèvements de cambium, sont réservées à des cas particuliers ou pourront être reprises par la suite pour préciser des points douteux.

Les tableaux ci-après montrent l'importance actuelle des observations en donnant la répartition des espèces étudiées par pays. Précisons les stations où se font ces observations, grâce à l'obligeance des sections du C. T. F. T. dans ces différents pays :

Sénégal : Djibelor (Ziguinchor) — Diourbel.

Haute-Volta : Toumousséni (Banfora) — Dinderesso (Bobo-Dioulasso) — Gonsé (Ouagadougou).

Niger : Koromata (Saï).

Côte-d'Ivoire : Kokondékro et Bamoro (Bouaké) — La Sangoué (Oumé) — Bouaflé — Yapo — Le Banco (Abidjan).

Cameroun : Kienkié (Kribi) — Akoamimbang (M'Balmayo) — Kendongi (Kumba).

Gabon : La Mondah et Ikoy-Bandja (Libreville) — N'Koulounga — M'Bel.

Congo : M'Boku N'Situ.

ESPÈCES OBSERVÉES
pour le rythme de formation des cernes

I. En forêt dense

Nom scientifique	Nom commercial	Sénégal (Casamance)	Côte d'Ivoire	Cameroun	Gabon	Congo
<i>Azelia</i> sp.	Doussié			4		
<i>Albizia</i> spp.		4	1			
<i>Antiaris africana</i>	Ako	1	2			
<i>Aucoumea klaineana</i>	Okoumé		3	3	40	
<i>Ceiba pentandra</i>	Fromager		1			
<i>Chlorophora excelsa</i>	Iroko	1	3	8		
<i>Entandrophragma angolense</i>	Tiama		8			
<i>Entandrophragma candollei</i>	Kosipo		2	2		
<i>Entandrophragma cylindricum</i>	Sapelli		3	13		
<i>Entandrophragma utile</i>	Sipo		8	1	3 (sans ruban)	
<i>Fagara</i> spp.	Olon		1	1		
<i>Guarea cedrata</i>	Bossé		3	1		
<i>Khaya ivorensis</i>	Acajou		4	2		
<i>Mansonia altissima</i>	Bété		3			
<i>Morus mesozygia</i>	Difou		1			
<i>Pycnanthus angolensis</i>	Ilomba			7		
<i>Tarrieta utilis</i>	Niangon		8	2		
<i>Tectona grandis</i>	Teck		3	2		
<i>Terminalia ivorensis</i>	Framiré		3	3		
<i>Terminalia superba</i>	Limba		1	4		25
<i>Tieghemella heckelii</i>	Makoré		6			
<i>Triplochiton scleroxylon</i>	Samba		5	7		

II. En savane

Nom scientifique	Sénégal	Haute-Volta	Niger	Côte-d'Ivoire
<i>Acacia</i> spp.		2	4	
<i>Acacia albida</i>	2	5		
<i>Albizia</i> spp.	4		3	
<i>Azelia africana</i>	1	5		1
<i>Anogeissus</i> sp.		3		
<i>Butyrospermum parkii</i>		6		
<i>Combretum</i> spp.			3	
<i>Daniellia oliveri</i>		2		1
<i>Isobertlinia doka</i>		5		
<i>Khaya senegalensis</i>	1	1	5 (p)	
<i>Parkia biglobosa</i>		1		
<i>Pterocarpus erinaceus</i>	1	5		
<i>Sterculia setigera</i>		1		
<i>Terminalia laxiflora</i>		2		
Divers		11	6	7
<i>Exotiques divers</i>		3	5	1

BIBLIOGRAPHIE

- BOWERS, N. A. — New method of surfacing wood specimens for study. *Tree-ring Bull.* 26 (1/4). Tucson, Arizona, 1964.
- CHOWDHURY, K. A. — The formation of growth rings in Indian trees. *Indian Forest Records* 2 (1), 1939 ; 2 (2) et 2 (3), 1940.
- COSTER, Ch. — Zur Anatomie und Physiologie der Zuwachszonen — und Jahresringbildung in den Tropen. *Ann. Jard. Bot. Buitenz.*, Vol. XXXVII, 1927, et Vol. XXXVIII, 1928.
- HUMMEL, F. C. — The formation of growth rings in *Entandrophragma macrophyllum* A. Chev. and *Khaya grandifoliata* C. D. C. *Empire Forestry Review* 25 (1), 1946.
- KISSER J. et LEHNERT, I. — (Un nouveau procédé pour distinguer le bois initial du bois final chez les conifères). *Mitt. Osterr. Ges. für Holzforschung*, 3 (1), Vienne, 1951.
- LOWE, R. G. — Periodic growth in *Triplochiton scleroxylon* K. Schum. Technical note n° 13, Dep. For. Research, Ibadan, Nigeria, présentée au 13^e congrès I. U. F. R. O. Vienne, 1961. 25/5 — S/5.
- PATERSON, A. E. — Distinguishing annual rings in dif-fous porous tree species. *Journal of Forestry*, 57 (2), 1959.
- POLGE, H. — L'analyse densitométrique des clichés radio-graphiques. *Annales de l'Ecole Nationale des Eaux et Forêts*, XX, 4, Nancy, 1963.
- TCHINKEL, H. M. — Annual growth rings in *Cordia allto-dora*. *Turrialba*, Vol. 16, n° 1, 1966.