

Photo Chatelain.

Fig. 1. — Section transversale du tronc d'un *Terminalia superba*. Aspect des cernes et des cicatrices des marques datées. Limba n° 922 âgé de 11 ans. M'Boku N'Situ. Congo (Brazzaville).

LA PÉRIODICITÉ DES CERNES DANS LE BOIS DE LIMBA

par Alain MARIAUX,
Ingénieur de Recherches au C. T. F. T.
Division d'Anatomie.

SUMMARY

THE PERIODICITY OF AGE-RINGS IN LIMBA WOOD

Thirteen Limba (*Terminalia superba*) received a dendrometer strip and an annual mark in the cambium for two years. The cross-section of the trees at the level of the marks reveals easily discernible age-rings whose boundaries and lignous level were defined in this study.

To each of the annual growths delimited by the marks in these trees there clearly corresponds an age-ring, whose boundary is formed at the time when the tree renews its leaves.

Thus it is theoretically possible to read as many years as there are age-rings.

But difficulties are encountered in determining the exact age of the tree, starting with the first age-ring, because the first annual growth increments are ill-defined.

Other difficulties sometimes arise : double boundaries, very narrow or confused age rings.

Except for the first age-rings, it seems that the difficulties derive from too slow a growth. Medium or wide age-rings should be discernible without any difficulty.

The age of the tree is determined on the section of the base of the bole with variable accuracy, depending on the regularity of growth.

RESUMEN

LA PERIODICIDAD DE LOS ANILLOS EN LA MADERA DE LIMBA

Trece Limba (*Terminalia superba*) han recibido un una cinta-dentrómetro y una marca anual en el cambium, durante dos años. La sección de los árboles al nivel de las marcas muestra anillos bastante fáciles de apreciar y cuyo límite y plano leñoso han quedado definidos en este estudio.

A cada uno de los crecimientos anuales delimitados por las marcas en estos árboles corresponde claramente un anillo, cuyo límite se ha formado en la época en que el árbol renueva sus hojas.

Así, pues, teóricamente es posible leer en la sección del árbol tantos años como anillos.

No obstante, se tropezará con dificultades si se trata de determinar la edad exacta del árbol, y, consecuentemente, localizar el primer anillo, dado que los primeros crecimientos anuales se encuentran mal delimitados.

Otras dificultades se presentarán también en ciertos casos : límites desdoblados, anillos muy estrechos y consusos.

Según puede apreciarse, salvo para los primeros anillos, las dificultades procederán de un crecimiento demasiado lento.

Los anillos medios o anchos pueden ser desglosados sin dificultad.

La edad del árbol será determinada en la sección de la base del fuste con una precisión variable según la regularidad de su crecimiento.

INTRODUCTION

Parmi les essences de forêt dense dont le bois est apprécié, le Limba, *Terminalia superba* Engl. & Diels (Combrétacée), intéresse les forestiers tropicaux responsables de la régénération artificielle des forêts pour la rapidité de sa croissance dans les premières années, la rectitude de son fût, son élagage naturel assez satisfaisant.

Il est donc important de connaître l'accroissement en volume du Limba, et si l'on a déjà quelques données sur ce point, pour des arbres jeunes, grâce aux plantations régulièrement suivies, les informations sur l'accroissement des arbres adultes sont rares.

Certains forestiers ont déjà fait des analyses de tiges sur des Limba, en admettant que les cernes visibles sur les sections transversales sont annuels, comme cela paraît se vérifier sur de jeunes arbres d'âge connu.

Nous avons exposé récemment dans cette revue (1)

une méthode d'étude sur la périodicité des cernes. Quelques Limba ont maintenant été récoltés après deux ans d'observations, et la présente étude a pour but de vérifier les possibilités d'utilisation des cernes chez le Limba pour en déterminer l'âge et reconstituer l'histoire de la croissance de l'arbre.

Cette étude a été faite avec la collaboration du Centre Technique Forestier Tropical du Congo sous la direction de M. J. GROULEZ avec M. C. MARTEAU et M. MABIALA ; du Centre Technique Forestier Tropical du Cameroun, sous la direction de M. A. SCHIRLE, avec M. SALLA ; du Centre Technique de Côte-d'Ivoire sous la direction de M. G. de la MENSBRUGE, avec M. J. TARIEL, Chef de la Station de Bouaké à l'époque des observations, M. A. MARCELLESI et M. HAMANI N'GUESSAN. A Nogent, Mme P. JACQUET a procédé à l'étude complète des cernes de chacun des échantillons. Les photographies sont de M. J. CHATELAIN.

(1) Les cernes dans les bois tropicaux africains, nature et périodicité, *Bois et Forêts des Tropiques*, nos 113 et 114, 1967.

MÉTHODE ET MATÉRIEL D'ÉTUDE

Comme nous l'avons exposé dans l'article précité, la méthode adoptée pour suivre la périodicité de formation des couches d'accroissement dans les arbres tropicaux consiste à pratiquer des incisions

périodiques de l'écorce combinées avec la pose de rubans-dendromètres.

Voici un rappel de cette méthode :

MARQUES PÉRIODIQUES

Sur l'arbre choisi comme sujet d'expérience, on pratique — à hauteur de poitrine pour la commodité du travail — une incision rectangulaire permettant de décoller un morceau d'écorce y compris l'écorce interne jusqu'au bois, en veillant bien à détruire le cambium. Cette opération laissera dans le bois une cicatrice dont la date sera connue. Même si le bois dénudé a tendance à se nécroser légèrement avant que le bourrelet cicatriciel ne le protège, les côtés de la blessure situent avec une grande précision la limite entre le bois formé avant et celui formé après l'intervention.

Dans la plupart des cas, on a décidé de pratiquer une seule incision annuellement, à la période qui a le plus de chance d'être celle du repos de l'arbre, la principale saison sèche, et qui est pour le Limba celle de la défoliation.

Les marques sont faites à la même hauteur sur l'arbre, à une certaine distance l'une de l'autre. En fin d'expérience, on peut ainsi sectionner le tronc d'un trait de scie passant par les différentes cicatrices. Après préparation de la surface transversale, on peut observer les positions relatives des cernes et des cicatrices datées.

RUBANS-DENDROMÈTRES

En même temps qu'on fait la première marque, on entoure l'arbre d'un ruban métallique gradué qui reste en permanence en place sur le tronc pendant la durée de l'expérimentation et permet de suivre les variations de la circonférence avec une précision de l'ordre de 0,2 mm.

On visite assez fréquemment les arbres (tous les quinze jours ou tous les mois) pour connaître avec une extrême précision l'accroissement de circonférence, donc la formation de nouveau bois, en fonction du temps. Ceci montre les périodes

de croissance active, ralentie et nulle. Éventuellement, des particularités de forme obtenues dans les graphiques peuvent permettre d'interpréter les variations ou anomalies constatées dans l'aspect des cernes du bois. Des difficultés d'utilisation se présentent quand le ruban est dérangé ou enlevé pour une raison quelconque. Il n'y a aucune relation à calculer entre les valeurs lues sur le nouveau ruban et les dernières de l'ancien. Un ajustement graphique reste possible, d'autant plus précis que l'intervalle de temps sans ruban aura été plus bref.

MATÉRIEL D'ÉTUDE ET DÉROULEMENT DES OBSERVATIONS

Au Congo.

20 Limba ont reçu un ruban-dendromètre et une première marque le 6 août 1965, en forêt de M'Boku N'Situ dans les Monts du Mayombe, près de Fourastié.

Ce sont des Limba de plantation. Ils se répartissent par moitié entre deux parcelles :

— Parcelle de 1952 (Série de Souka 1, parcelle 522 A).

Les 10 arbres sont situés dans un bas-fond. La

plantation a été faite du 15 novembre 1951 au 29 février 1952 et il y a eu de nombreux échecs à la reprise, de sorte que des regarnissages ont été faits en novembre 1952 pour 50 % des plants, puis un nouveau complément de 15 % en novembre 1953. Il y a donc une différence possible de deux ans dans l'âge des arbres de cette parcelle.

La parcelle a bénéficié d'entretiens jusqu'en 1957 inclus.

— Parcelle de 1957 (Série de Loutindi 3, parcelle 571 A). C'est un endroit élevé et les 10 arbres sont

répartis du haut en bas d'une pente sur une seule ligne. La plantation a été faite, à deux stumps par emplacement, du 7 décembre 1956 au 13 février 1957, sans regarnissage ultérieur. L'enlèvement du deuxième stump a eu lieu de mars à juin 1964. Sauf éventuels naturels, l'âge des arbres est donc uniforme.

Les plantations à M'Boku N'Situ dans ces parcelles ont été faites avec des plants étêtés de 1 m environ de hauteur ; ils atteignaient donc pratiquement la hauteur, où ont été faites les marques, un an plus tard.

Pour les 20 arbres, une deuxième marque a été faite le 19 septembre 1966. Pendant les deux ans d'observation, les positions des rubans-dendromètres ont été relevées très régulièrement deux fois par mois.

Enfin, le 26 septembre 1967, on a abattu la moitié du lot, soit 5 arbres dans chaque parcelle laissant les autres sur pied pour continuer les marques annuelles et situer ainsi dans le bois un plus grand nombre de cernes datés.

Le diamètre des arbres abattus variait, au moment de la mise en observation, de 14 à 19 cm pour la parcelle 522 A, et de 14 à 22 cm pour la parcelle 571 A.

Au Cameroun.

C'est dans la région de Kribi, en forêt de Kienké-Sud, que quelques « Akom », ou Fraké, ont été mis en observation. Quatre arbres ont reçu un ruban-dendromètre et une première marque en saison sèche,

le 16 février 1965. Une deuxième marque le 15 mars 1966.

Deux arbres ont été abattus le 2 février 1967, les deux autres restant sur pied pour continuer l'expérience. Le diamètre des deux arbres abattus était, au moment de la mise en observation, de 14 et de 16 cm.

Pendant ces deux années, les relevés des rubans-dendromètres ont été faits avec régularité deux fois par mois.

Comme complément d'information, nous possédons les observations phénologiques de M. R. LEROUZEY sur 9 *Terminalia superba* dans la même forêt de Kienké.

En Côte-d'Ivoire.

Un seul « Fraké » a été marqué. C'est un pied de semis naturel en forêt de Kokondékro près de Bouaké dans la station du Centre Technique Forestier Tropical. Il a d'abord été inclus dans une première série expérimentale de marques fréquentes : tous les deux mois du 15 octobre 1961 au 15 octobre 1962 (7 marques). Il n'a pas été abattu avec les arbres de cette série, mais a reçu un ruban-dendromètre le 26 novembre 1963 avec un nouveau lot d'arbres pour lesquels, à la lumière des premiers résultats, une marque annuelle était prévue en février. Cependant il a été oublié en février 1964 et n'a reçu une nouvelle marque que le 12 février 1965. Il faisait alors 14 cm de diamètre. Il a été abattu le 10 mars 1966. Les lectures du dendromètre avaient été faites environ tous les mois.

TRAITEMENT DU MATÉRIEL

Pour les 13 arbres ainsi abattus, un disque transversal, ou « rondelle », a été tronçonné au niveau des marques, en veillant soigneusement à ce que l'une des faces passe par toutes les cicatrices, pour qu'elles apparaissent sur la section.

Après séchage et envoi à Nogent-sur-Marne, les rondelles ont été poncées très finement sur la face portant les marques.

Pour photographie et examen, l'image des cernes a été améliorée par mouillage. Cependant, cette humidification a accentué aussi la présence d'alté-

rations et on a constaté qu'un séjour de plusieurs heures de la rondelle dans l'eau de Javel, à la concentration du commerce, donnait une meilleure visibilité du plan ligneux du bois, surtout du parenchyme, bien que cela diminue le contraste de teinte du tissu fibreux du bois final et du bois initial.

Les photographies d'ensemble des sections ont été faites avant ce blanchiment, tandis que les photographies de détail ont été faites sur les rondelles éclaircies, et huilées pour rehausser le contraste.

ANALYSE DES OBSERVATIONS

L'ensemble des informations recueillies pendant la durée des observations porte sur la pluviométrie quand cela a été possible, sur la défoliation des

arbres, et enfin sur les relevés des rubans-dendromètres.

LES PLUIES

Elles ont été relevées dans les trois stations où ont été suivies nos observations, mais pas toujours à l'époque même des observations.

Au Congo, des relevés ont été faits à M'Boku N'Situ, dans la station forestière elle-même, mais ils n'ont pas été continués après l'année 1961, et nous ne les possédons pas pour la période des observations. Nous donnons ci-après les moyennes, minima et maxima, obtenues de novembre 1952 à août 1961.

	Moyenne	Minimum	Maximum
Septembre.	20	0	42
Octobre . . .	164	39	529
Novembre . .	379	93	920
Décembre . .	225	86	330
Janvier . . .	250	20	489
Février . . .	290	200	614
Mars	292	112	469
Avril	273	90	443
Mai	80	6	189
Juin	0	0	1
Juillet	1	0	4
Août	3	0	13

La saison sèche s'établit en moyenne (fig. 2) vers la fin de mai. Elle est très sévère jusqu'en septembre inclus. On voit d'après les maxima et minima donnés dans le tableau à quel point la répartition mensuelle est variable. Faute de connaître les chutes de pluie pendant les années d'observation, on ne pourra rechercher de lien très étroit avec l'activité des arbres.

Au Cameroun, Les relevés à Kribi pendant la durée des observations sont les suivants :

	1965	1966	1967
Janvier	153	65	26
Février	205	74	
Mars	174	206	
Avril	160	265	
Mai	338	298	
Juin	355	463	
Juillet	34	233	
Août	102	238	
Septembre	868	230	
Octobre	489	514	
Novembre	204	213	
Décembre	92	100	

Les mois les plus secs sont janvier et février

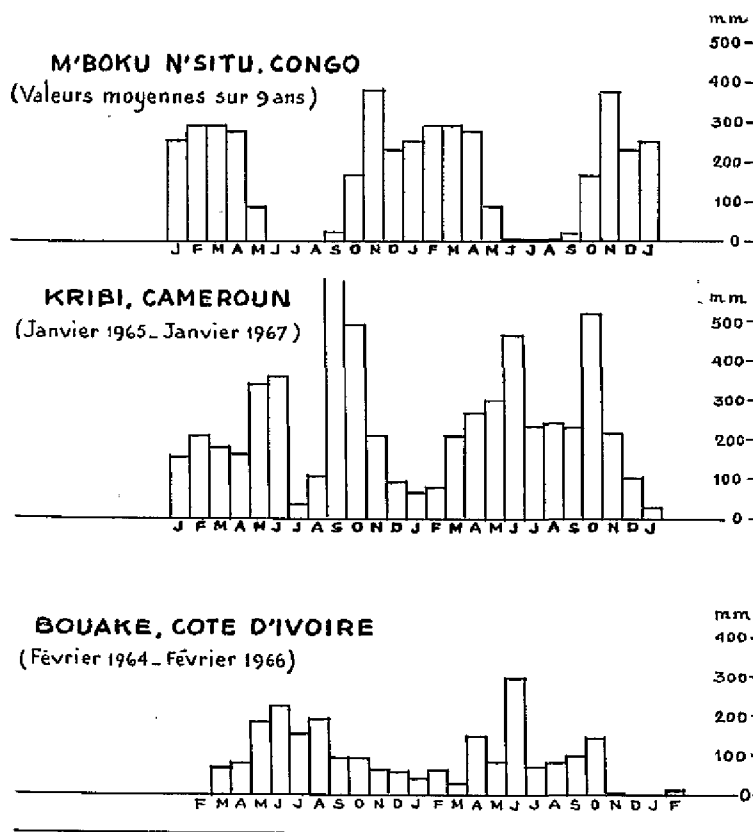


Fig. 2. — Pluviométrie mensuelle dans les stations d'observation.

(fig. 2). La saison sèche n'est pas aussi fortement accusée qu'à M'Boku N'Situ.

A Bouaké (Côte-d'Ivoire), en forêt de Kokondékro :

	1964	1965	1966
Janvier	—	39,7	0
Février	0	59,6	14,1
Mars	66,8	28,4	
Avril	78,9	147,4	
Mai	183,8	81,5	
Juin	222,2	206,2	
Juillet	151,7	72,8	
Août	189,1	79,8	
Septembre	92,0	96,9	
Octobre	92,5	146,2	
Novembre	62,5	6,8	
Décembre	56,9	0	

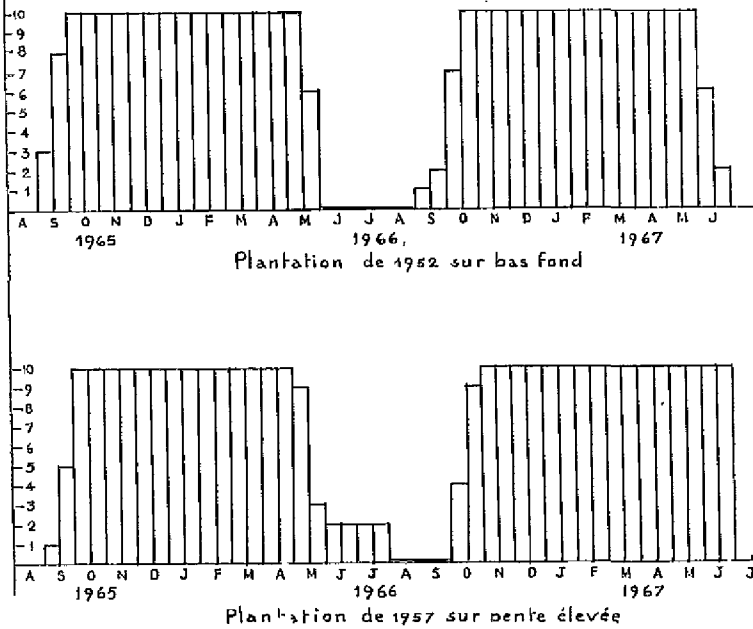
Les mois les plus secs sont novembre à mars. Une petite saison sèche s'observe en principe en juillet-août. La figure 2 (en bas) montre les différences importantes de chutes de pluies mensuelles d'une année à l'autre.

DÉFOLIAISON DES ARBRES

Autre donnée importante à recueillir en liaison avec le rythme de formation des cernes, la défoliation

son a été observée attentivement. Les figures 3 et 4 récapitulent ces renseignements en montrant le

FIG. 3. — Défoliation de *Terminalia superba* à M'Boku N'Situ, Congo. Nombre d'arbres (sur 10) en feuilles chaque quinzaine.



nombre d'arbres en feuilles à chaque visite. Afin de simplifier l'expression graphique, sont considérés comme défeuillés les arbres qui perdaient notablement leurs feuilles et comme en feuilles ceux qui montraient de jeunes pousses.

A Kribi, on n'a pas noté régulièrement l'état des feuilles au cours des visites des dendromètres. Mais nous avons disposé là d'un document important : la section de Recherches Forestières du Cameroun, sous la direction de M. R. LETOUZEY, a poursuivi pendant plusieurs années des observations phénologiques sur un grand nombre d'essences et dans diverses stations. De cet ensemble, nous avons extrait avec l'autorisation de M. R. LETOUZEY les renseignements concernant le *Terminalia superba* à Kribi, forêt de Kienké (9 arbres en observation), de 1952 à 1955. La figure 4 récapitule ces renseignements en montrant pour chaque année le nombre d'arbres en feuilles, semaine par semaine.

Au total, la défoliation s'est produite aux dates suivantes :

A M'Boku N'Situ (Congo), les Limba ont perdu leurs feuilles plus ou moins à partir de juin, et tous étaient défeuillés ou avec des feuilles sèches au mois d'août. Le débourrage et l'apparition de jeunes feuilles se sont faits en fin septembre ou octobre.

A Kribi (Cameroun), la défoliation n'a jamais porté sur tous les arbres en même temps et a beaucoup varié d'une année à l'autre, mais pratiquement tous ont renouvelé leurs feuilles chaque année entre juillet et février, essentiellement d'août à décembre.

A Bouaké (Côte-d'Ivoire), l'observation (sur 2 arbres) a commencé en février 1964 avec une défoliation complète. La végétation a repris en mars et s'est arrêtée en décembre pour repartir de nouveau en mars 1965. L'observation des feuilles n'a pas été notée dans les derniers mois de l'étude, de novembre 1965 à

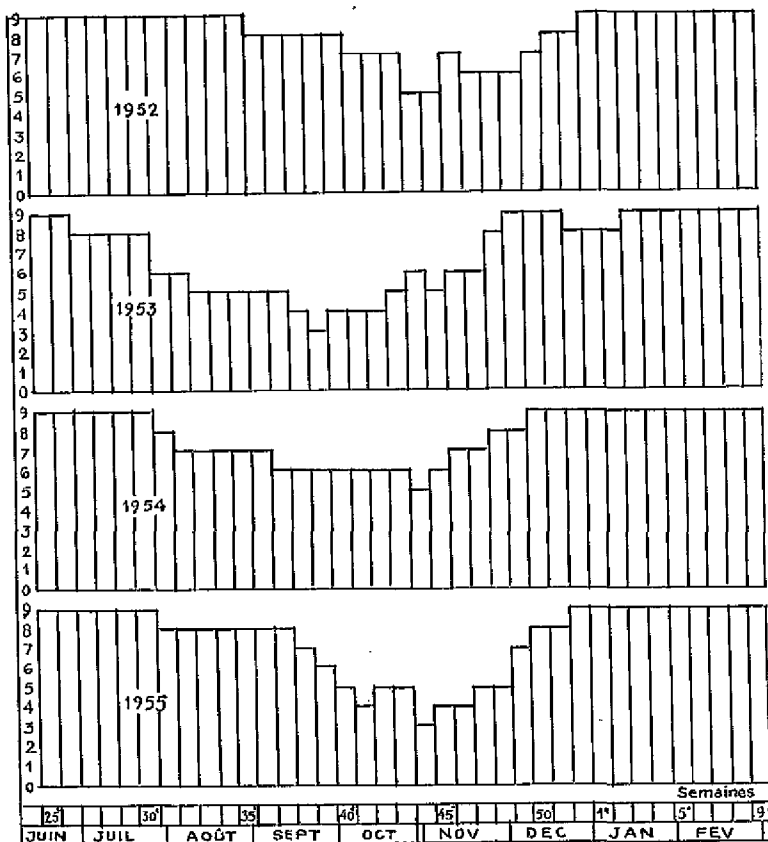


FIG. 4. — Défoliation de *Terminalia superba* à Kribi, Cameroun. Nombre d'arbres (sur 9) en feuilles chaque semaine.

mars 1966. La défoliation est courte, mais quasi totale en janvier et février.

Il n'est pas utile d'illustrer ici cette observation sur deux arbres, mais on retrouvera plus loin un schéma de l'état de foliation des arbres sur les graphiques illustrant la formation du bois (Figure 8).

On notera que la saison sèche et la défoliation coïncident, comme il paraît normal, au Congo (autour d'août) et en Côte-d'Ivoire (autour de janvier-février), tandis qu'au sud du Cameroun, dans la région de Kribi, la saison sèche est centrée sur janvier-février et la défoliation, très variable, s'est produite dans l'ensemble d'août à décembre, avant la saison sèche.

PÉRIODICITÉ DE LA FORMATION DU BOIS

Les lectures fréquentes des rubans-dendromètres, pendant les deux années d'observation, donnent directement des valeurs d'accroissements cumulés en fonction du temps.

Nous avons préféré conserver cette forme de croissance cumulée, dont l'expression graphique est assez claire pour comparer plusieurs arbres, plutôt que de calculer les quantités d'accroissement dans chaque unité de temps, mois ou quinzaine, ce qui aurait été difficile parce que les visites n'ont pas été partout absolument périodiques.

Les figures 5 à 8 donnent en abscisse la période d'observation, environ deux ans, et en ordonnée l'accroissement de la circonférence de l'arbre.

Chaque courbe représente l'accroissement d'un arbre. Son point de départ a été arbitrairement choisi, par changement d'ordonnée, pour espacer les courbes.

Nous avons ajouté sur les figures 7 et 8 les courbes d'arbres non abattus qui ont porté un ruban-dendromètre pendant la même période : à Kribi ce sont deux arbres maintenus sur pied pour prolonger l'observation ; à Bouaké, c'est un arbre qui n'a pas reçu de marque et qui est suivi en mensurations depuis longtemps par le C. T. F. T.

Le lecteur interprétera facilement le sens de ces figures. La présence d'un palier horizontal sur une courbe indique une cessation de la croissance en épaisseur pendant la période correspondante, donc une période de repos du cambium. Il arrive que la courbe « redescende » parfois, et même

Il faut encore souligner que les observations ont toujours porté sur des arbres bien développés, ou même de grande taille au Cameroun. Pour de jeunes arbres, au Cameroun, « la défoliation est fort irrégulière et des défoliations partielles suivies de périodes de repousse végétative suivent les fluctuations de détail du régime pluviométrique ». Et au Congo « cette défoliation qui dure environ un mois n'atteint pas les très jeunes sujets ». (Monographie du Limba, C. T. F. T. 1959, pages 19-20.) Ceci est important pour comprendre les difficultés que nous rencontrerons dans les cernes des premières années au centre des sections examinées.

d'une quantité notable. Ceci pose un problème d'interprétation déjà abordé dans notre article sur la périodicité des cernes. Il s'agit vraisemblablement d'une contraction du cambium et de l'écorce.

Les dates des marques ont été figurées et cela permet de vérifier si les marques ont bien été faites, comme on le souhaitait, pendant les périodes de repos.

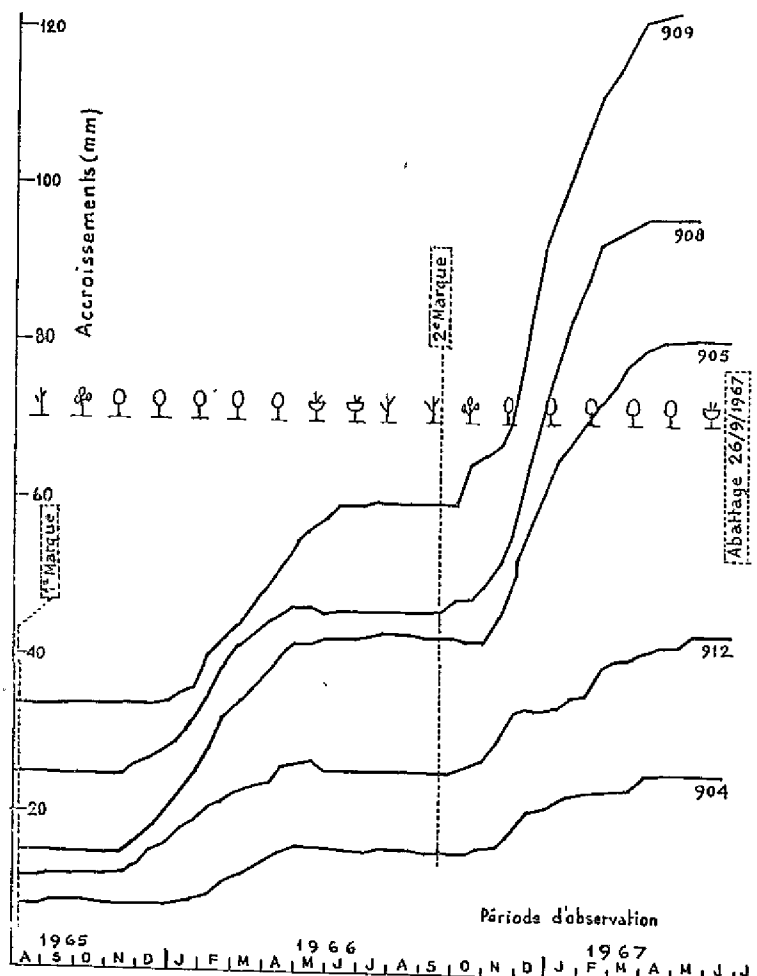


FIG. 5. — Congo (Brazzaville), M' Boku N' Situ. Rythme d'accroissement en circonférence de *Terminalia superba*. Parcelle 522 A (Bas-fond).

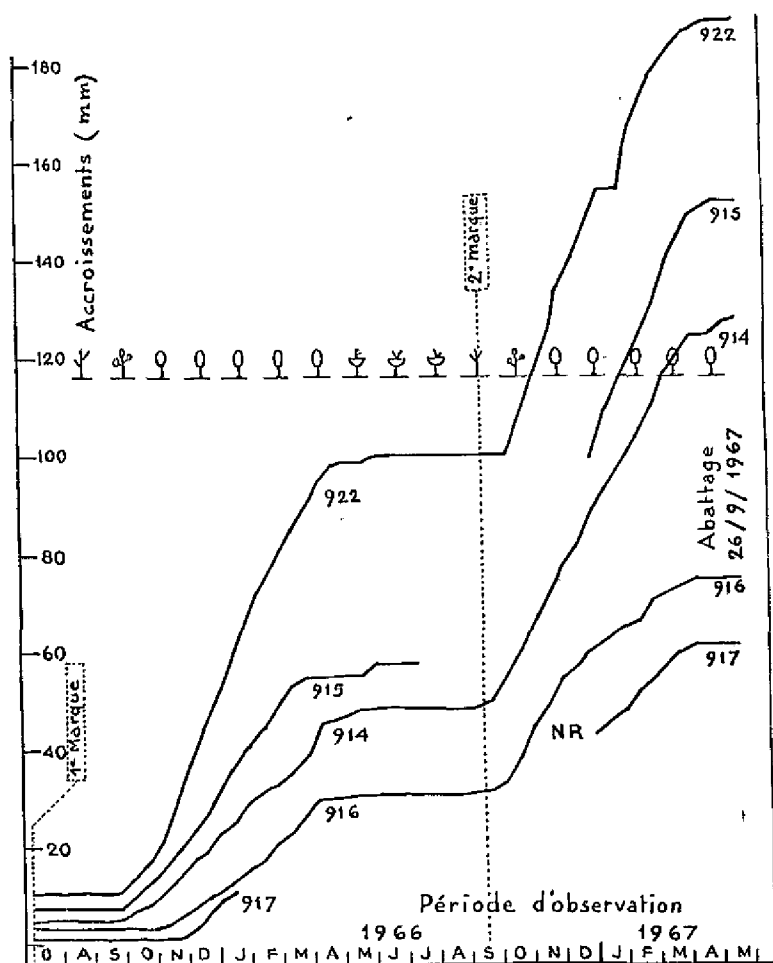


FIG. 6. — Congo (Brazzaville), M'Boku N'Situ. Rythme d'accroissement en circonférence de *Terminalia superba*. Parcelle 571 A (terrain élevé).

près à la même époque de l'année pour tous les arbres d'une même station, même au Cameroun où la défoliation est plus étalée et partielle. D'un arbre à l'autre, et surtout d'une année à l'autre, on peut cependant noter un décalage de plus d'un mois à l'arrêt et à la reprise de l'activité.

Au Congo, la période de croissance 1965-66 s'est placée de début octobre à début avril pour les arbres de terrain élevé et de mi-novembre à mai-juin pour les arbres de bas-fond.

En 1966-67, la croissance s'est faite de début octobre à début avril dans les deux sites. La période de croissance et la période feuillée ont coïncidé assez étroitement, excepté le retard de 1965 pour la formation du bois en bas-fond qui montre un fort décalage par rapport à la réapparition des feuilles.

Au Cameroun, contrairement à la défoliation qui est très variable dans le temps et d'un arbre à l'autre, la croissance apparaît assez bien groupée, sur nos quelques arbres, du moins quand la croissance a été suffisante : en 1965, formation du bois

active de début mars à fin juin (4 mois, en 1966, de mi-janvier à début juillet (6 mois), formation continuée dans les deux années par un complément de croissance ralentie jusqu'en septembre pour certains arbres. On constate donc que la période de repos s'étale au moins de août à janvier et correspond globalement à la période où se placent les défoliations, mais que ce repos commence bien avant la saison sèche (décembre à février). Toutefois, il faut remarquer qu'une petite période sèche se manifeste vers juillet (pas de pluie en 1965, ralentissement sensible en 1966).

Pour la Côte-d'Ivoire, les courbes sont moins satisfaisantes. La période de repos ne se dessine pas comme ailleurs par un palier bien régulier, mais témoigne d'affaissements, que l'on retrouvera dans d'autres essences. Le synchronisme de ces affaissements en 1965 et 1966 montre qu'il ne s'agit pas d'un accident survenu au ruban mais d'un phénomène réel. Le petit nombre d'arbres observés, dont l'un à trop faible croissance, les coupures dans les observations et la situation de Bouaké en dehors de la zone principale de forêt dense limitent un peu la portée de ces observations, qui seront reprises

Rappelons que les interruptions de courbe sont dues à la perte ou au dérangement d'un dendromètre. La suite de la courbe, obtenue par un nouveau ruban (N. R.), est ajustée graphiquement au mieux en fonction de l'allure des éléments de cette courbe.

Le report sur les figures d'autres signes indiquant l'état de végétation et la pluviométrie — quand ces renseignements sont connus pour les périodes d'observation elles-mêmes et non en moyenne — permet de rassembler en une synthèse très imagée une grande somme d'informations sur cette période de la vie de l'arbre.

L'état de végétation est illustré par des signes symboliques dont on comprendra facilement le sens.

Enfin, la hauteur mensuelle de pluie déjà illustrée sur la figure n° 1 est reprise, en quantités cumulées, mois par mois, sous forme d'une succession de points pour montrer la coïncidence ou le décalage entre les paliers de pluviométrie et les paliers de croissance.

Il n'y a pas lieu d'analyser ici chaque courbe individuellement, mais on peut constater que l'ensemble des figures montre l'apparition générale d'un palier annuel de repos du cambium, à peu

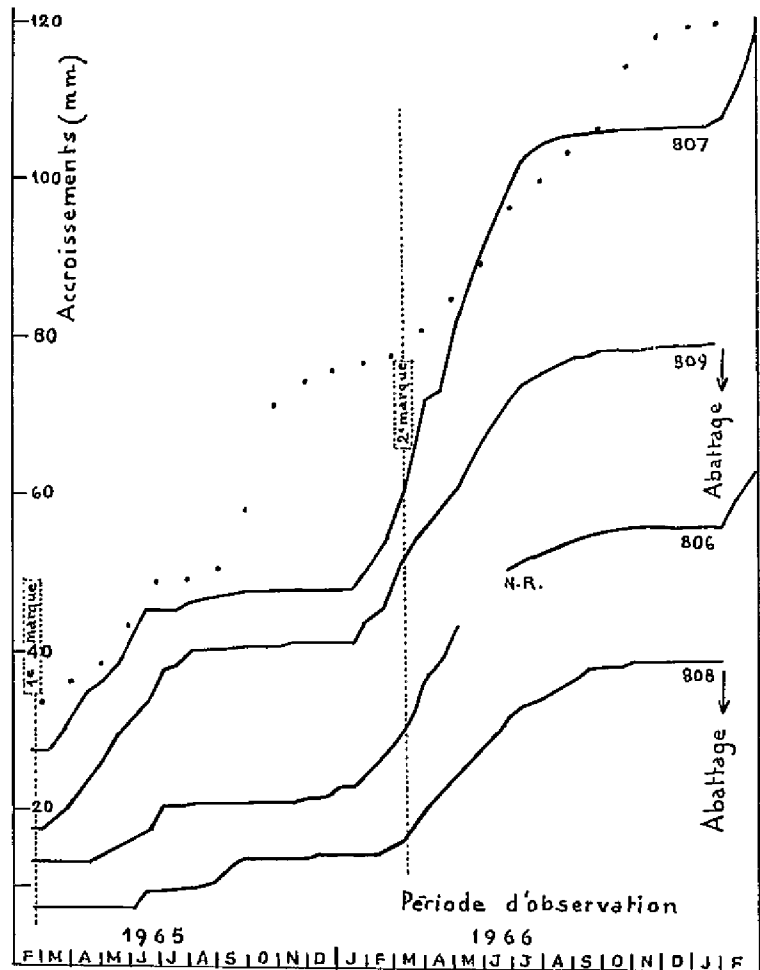
FIG. 7. — Cameroun, Kribi (Forêt de Kienké). Rythme d'accroissement en circonférence de *Terminalia superba*.

dans une station plus favorable au *Terminalia superba*.

D'autre part, sur les graphiques, on voit encore qu'au Congo et en Côte-d'Ivoire les marques et l'abatage sont intervenus pendant la période de repos, tandis qu'au Cameroun la deuxième marque a été faite trop tard et que la cicatrice se trouvera dans le bois initial de l'accroissement 1966 (en supposant qu'il soit régulièrement réparti sur la circonférence), sauf pour l'arbre n° 808 dont la croissance était à peine amorcée.

RÉCAPITULATION FIGURÉE DES DIFFÉRENCES ENTRE LES RÉGIONS. CYCLES D'ACTIVITÉ.

L'expression la plus synthétique de ces différences nous a paru être les cycles schématiques présentés en figure 9 et donnant pour les trois provenances côte à côte la superposition des cycles des pluies, de la foliation et de la formation du bois.



ANALYSE DES SECTIONS D'ARBRES MARQUÉS : LE CERNE ANNUEL DU LIMBA, VARIATIONS ET ANOMALIES

Chaque section a été examinée en détail sur les points suivants : cicatrices laissées par les marques, caractéristiques des couches d'accroissement délimitées par les marques, variations dans les autres cernes plus intérieurs, possibilité ou difficulté de retrouver l'âge de l'arbre s'il est connu.

Nous ne donnons ici que la synthèse de ces examens dont la répétition serait fastidieuse.

Les marques ont toutes laissé des cicatrices visibles dans le bois, définissant par leurs côtés et les réactions ultérieures du cambium voisin un niveau tangentiel dans le bois, niveau qui était celui du cambium au moment de la marque.

Ainsi dans ces 13 sections de *Terminalia superba* de trois provenances différentes, c'est un total de 28 accroissements annuels délimités avec certitude dans le bois, que nous avons étudié à la lumière des observations accumulées pendant deux années ou plus.

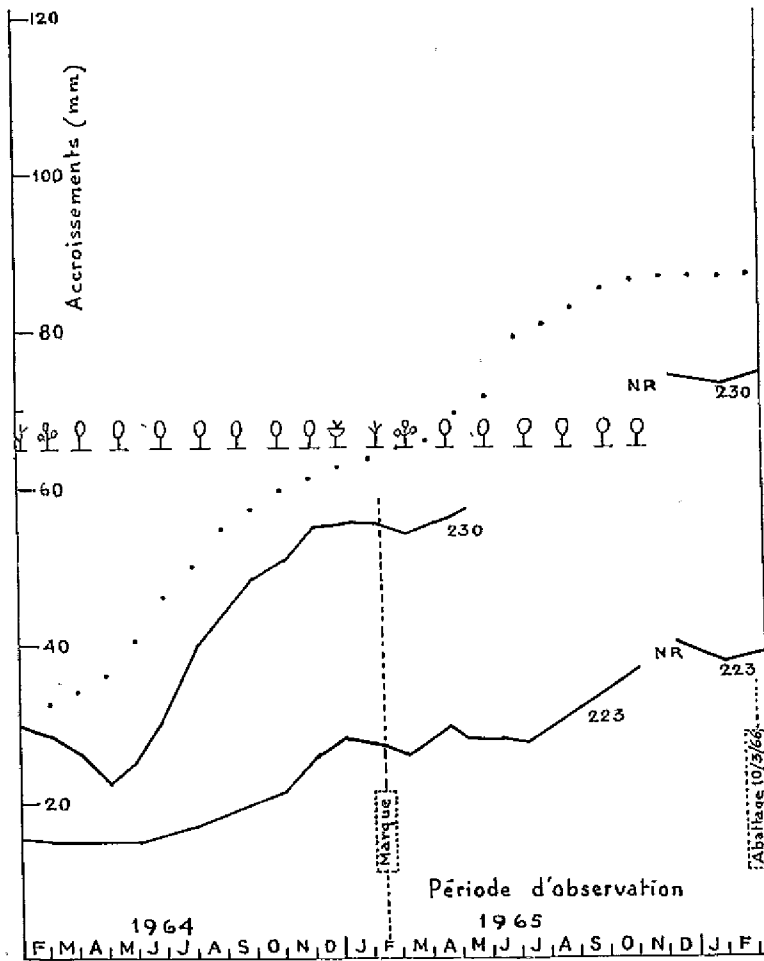
Nous pouvons donc décrire ce qu'est l'accroissement annuel chez cette espèce.

ÉPOQUES DE FORMATION DES LIMITES DE CERNES

Le bois présente des cernes distincts et les positions de leurs limites par rapport aux marques sont en accord avec les conclusions tirées des graphiques d'accroissement.

En effet, les cicatrices se trouvent sur les limites de cernes sauf quand on a constaté par le dendromètre que la croissance avait déjà repris au moment

de la marque. Dans ce cas, la cicatrice se trouve un peu extérieure à la limite. Par exemple, la marque faite le 15 mars 1966 sur l'arbre n° 809 à Kribi, alors que la croissance avait repris début février, très en avance sur le retour des pluies. Donc les limites — dont il nous reste à dire la nature — sont les positions successives du cambium à



Saison des pluies

 Arbres en feuilles vertes

 Formation de bois

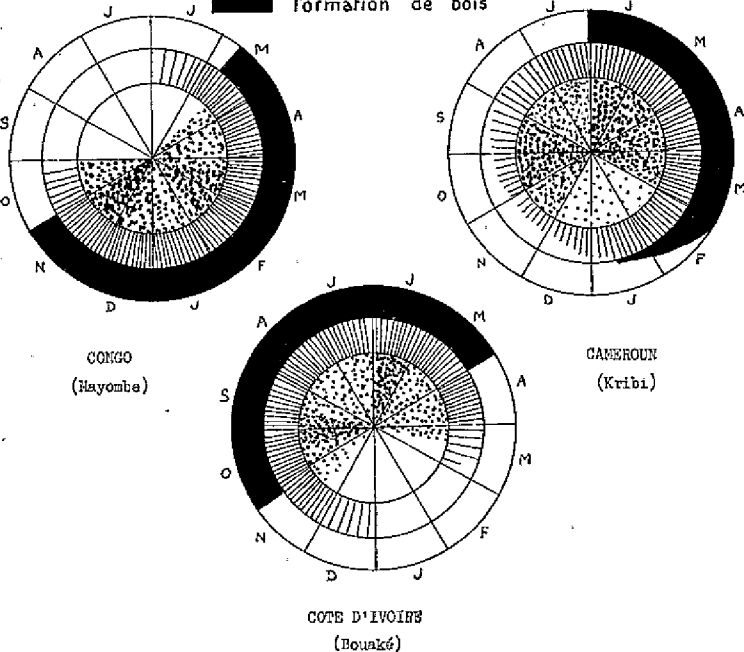


Fig. 8. — Côte-d'Ivoire, Bouaké (Forêt de Kokondekro). Rythme d'accroissement en circonférence de *Terminalia superba*.

chaque arrêt annuel de son activité.

Nous allons décrire d'abord quels sont les éléments qui interviennent dans la constitution des cernes, et ensuite comment se présente le cerne annuel type et ses anomalies.

LES ÉLÉMENTS ANATOMIQUES DU CERNE ET LEURS VARIATIONS NORMALES.

Le parenchyme.

L'élément anatomique qui détermine fondamentalement l'aspect des cernes du Limba est le parenchyme (fig. 10). Il est associé aux vaisseaux (qui sont assez régulièrement disséminés).

En début d'accroissement, le parenchyme est aliforme, anastomosé entre quelques pores, obliquement aussi bien que tangentiellement.

En cours d'accroissement, les anastomoses se développent au point de former des bandes sinueuses (en « zigzag ») irrégulières, épaissies à chaque pore enrobé.

Vers la fin de l'accroissement, les bandes de parenchyme, toujours entièrement associées aux pores, prennent une disposition un peu plus raide, moins sinueuse, et elles sont plus fines et plus rapprochées.

LA LIMITE DE L'ACCROISSEMENT avec le suivant est toujours formée par une ultime ligne de parenchyme, fine et rectiligne, comme un filet ténu, tantôt continu, tantôt réduit à quelques fragments associés à de petits vaisseaux, et à quelques cellules dispersées sur la limite.

Par endroit cette ligne limitante se trouve fondue dans une sinuosité d'une bande de parenchyme voisine, qui vient affleurer tangentiellement la limite, sans jamais la traverser. A notre connaissance, il n'y a pas de bande de parenchyme commencée

Fig. 9. — Cycles d'activité de *Terminalia superba*.



FIG. 10. — Développement variable du parenchyme dans différents cerne d'un *Terminalia superba*. Arbre n° 912. M'Boku N'Silu ($\times 6$).

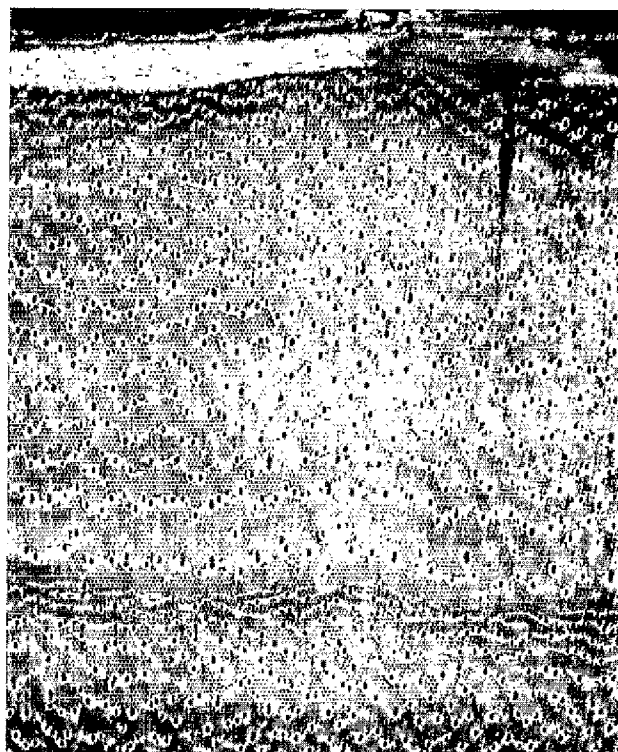


FIG. 11. — Zone presque sans pores ni parenchyme au début d'un accroissement 1966-67. Arbre n° 915. M'Boku N'Silu ($\times 3,5$).

dans un cerne et achevée dans le suivant (on pourrait presque dire que l'arrêt de végétation fait « oublier » au cambium ce qu'il était en train de faire).

Il ne faut pas confondre les sinuosités des bandes de parenchyme, qui n'affectent pas la ligne terminale, avec une ondulation générale, de plus grande amplitude (1 à 3 cm) que présente parfois l'assise cambiale, et qui affecte par conséquent l'ensemble du bois et notamment les limites de cerne. Une bonne illustration en est donnée par la figure 1 pour les cinq derniers cerne.

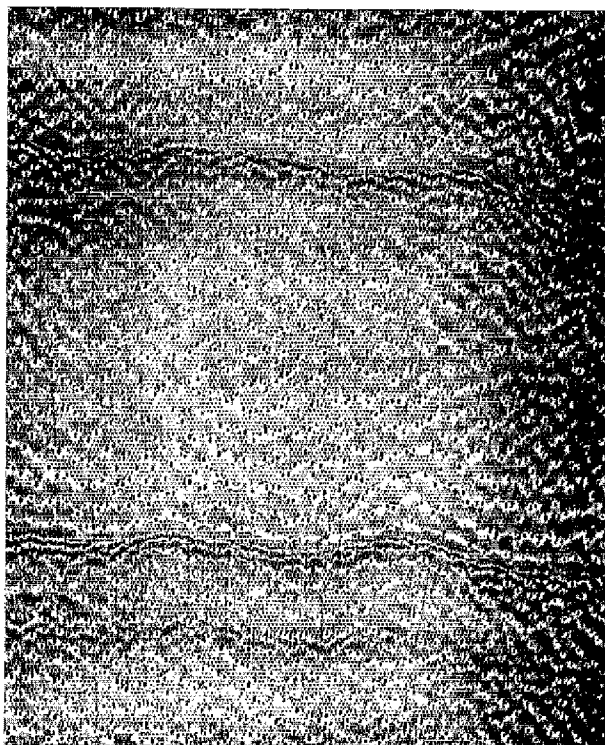
DES VARIATIONS très fortes se rencontrent dans le développement du parenchyme, d'un arbre à l'autre, et même d'un cerne à l'autre.

— Il peut y avoir absence presque complète de parenchyme (et de pores) dans une petite bande formant le tout premier bois d'un cerne (figure 11).

— Le parenchyme peut être très réduit dans l'ensemble du cerne, en manchon autour des pores et à peine aliforme dans le bois initial, et un peu plus développé dans le bois final, anastomosé sans former de véritables bandes (fig. 10, dernier cerne).

— Au contraire, il peut être anastomosé en bandes très continues dès le bois initial, même si le cerne commence par la couche fibreuse sans pores ni parenchyme décrite ci-dessus. Dans ce cas, si le cerne est suffisamment large, les bandes de paren-

FIG. 12. — Large cerne avec parenchyme développé, plus anastomosé dans le bois initial que dans le reste du cerne. On notera aussi une fausse limite dans le cerne précédent et les zones sombres terminant les accroissements. Même arbre que FIG. 1 ($\times 3$).



chyme sont habituellement plus épaisses, plus espacées, plus sinueuses dans le bois initial que dans le bois final (fig. 10, avant-dernier cerne).

— Toutefois cette notion de bois initial et bois final est relative, visiblement dépendante du climat, et l'on peut facilement trouver des cernes dont l'apparence est inversée (fig. 12) ou qui présentent un bois de type final, resserré, en début et en fin d'accroissement ou inversement. On a d'ailleurs noté sur le graphique des accroissements en Côte-d'Ivoire une forte croissance en septembre, c'est-à-dire dans la deuxième partie de la saison des pluies, formant la deuxième partie du cerne.

A l'élément essentiel qu'est le parenchyme s'ajoutent quelques effets secondaires et moins constants du tissu fibreux et des vaisseaux.

Le tissu fibreux.

L'ensemble du tissu fibreux représente dans le *Limba* un fond homogène, avec de faibles variations de densité.

Cependant les couches d'accroissement se terminent fréquemment par une petite zone sombre qui ne semble pas due uniquement au changement d'abondance du parenchyme mais aussi à la couleur des fibres (fig. 12).

L'examen au microscope de quelques-unes de ces zones montre qu'elles sont constituées de fibres fortement aplaties et à parois sensiblement plus épaisses, de sorte qu'elles forment un tissu plus dense.

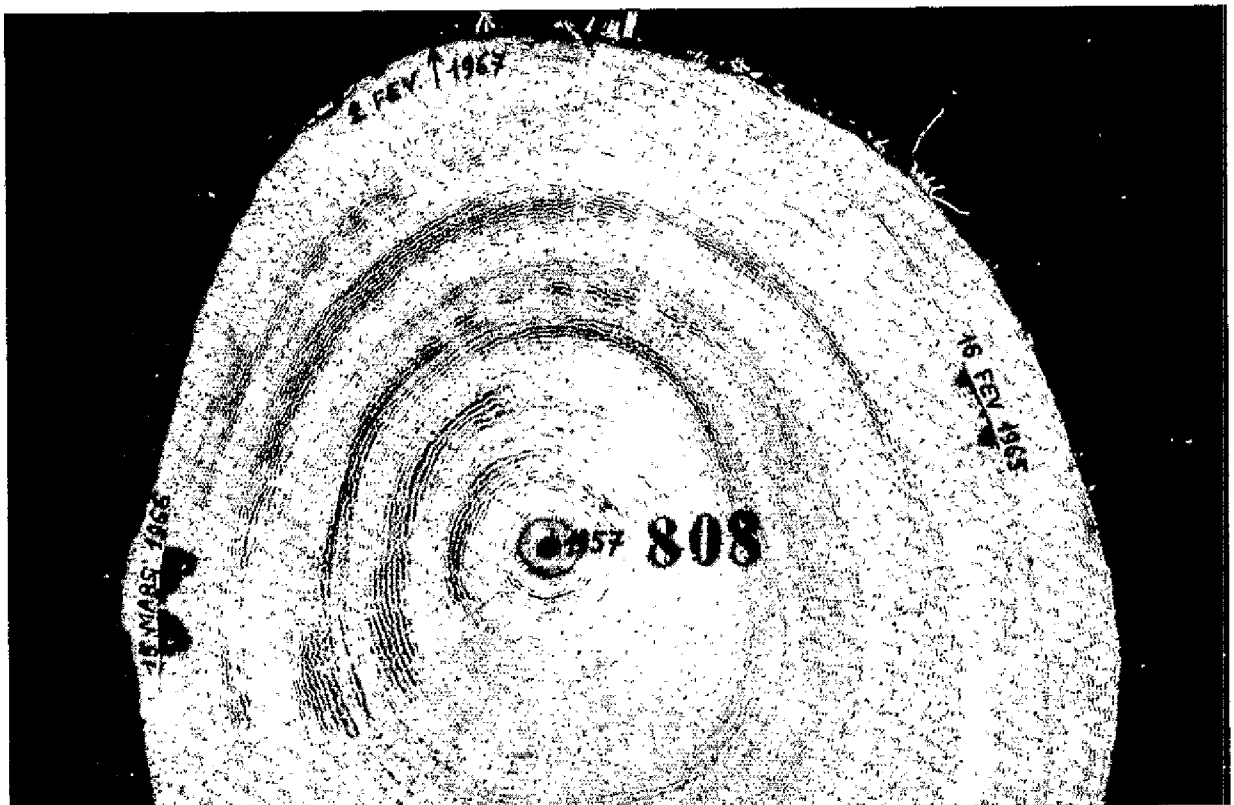
Cette petite zone de bois final dense n'est qu'une faible partie de ce qui, dans l'accroissement, peut être appelé bois final du point de vue de la disposition du parenchyme. Elle ne forme qu'une bordure, épaisse de deux ou trois couches de fibres seulement, ou bien atteignant 300 microns.

Il y a donc souvent passage brusque, au niveau de la limite de cerne, d'un tissu fibreux dense et foncé à un tissu plus pâle, et ce contraste même modéré mais bien tranché contribue à mettre en évidence la limite. Plusieurs de nos photographies illustrent cet effet.

Les vaisseaux.

Les vaisseaux sont régulièrement disséminés et ne varient pas de taille d'une façon appréciable du commencement à la fin du cerne dans la majorité des cas, sauf par la présence de très petits pores inclus dans la ligne terminale de parenchyme, et d'ailleurs très espacés sur cette ligne.

FIG. 13. — Premiers cernes larges et mal définis autour de la moelle. Arbre n° 808. Kribi. Cameroun.
Photo Ch. tela'n.



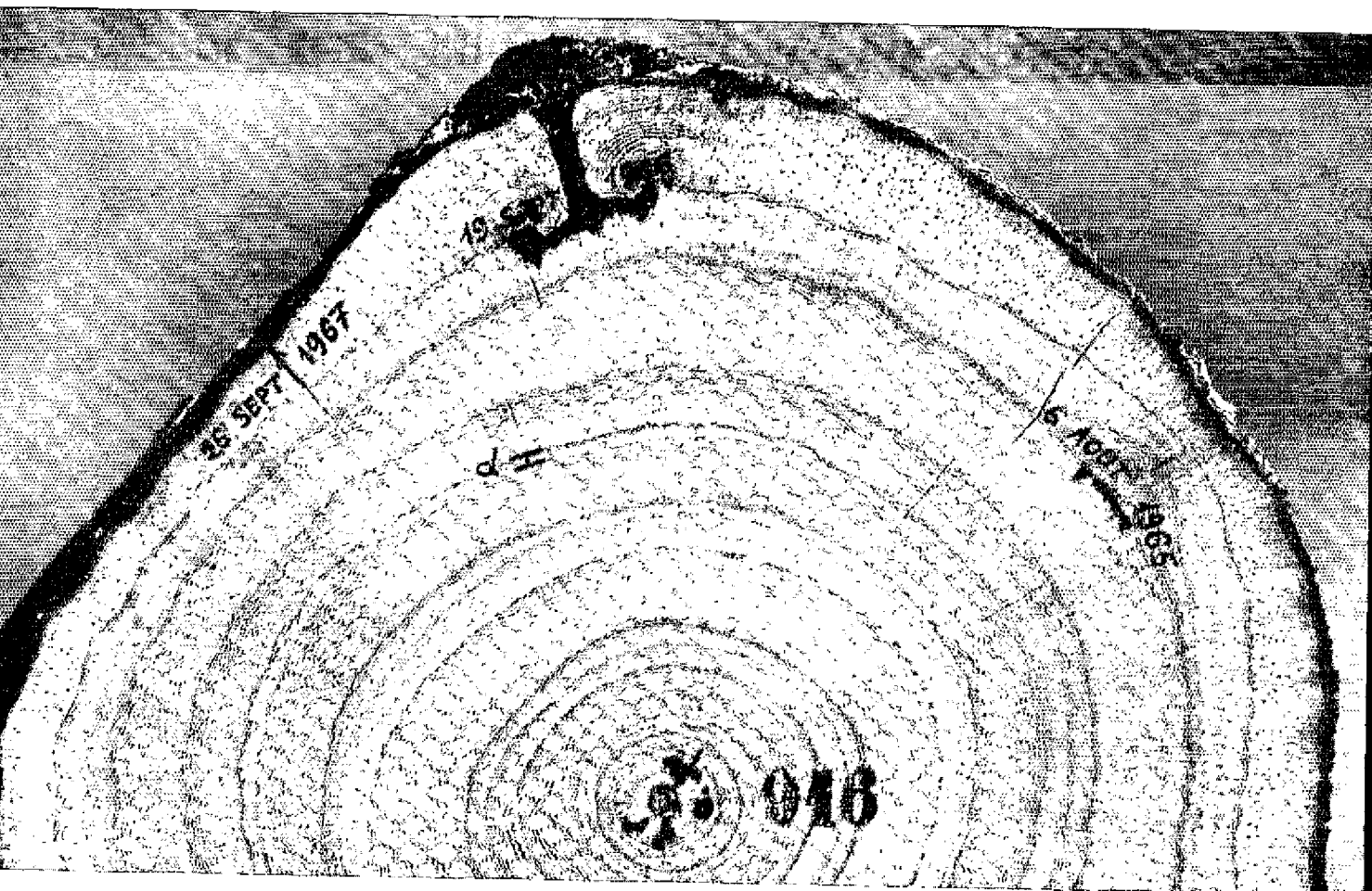


Photo Chatelain.

FIG. 14. — Aspect assez courant de section de *Terminalia superba*. On peut y observer divers développements de parenchyme, des faux-cernes plus ou moins accentués, une double limite (d) en 1963. Arbre n° 918. M^r Boku N'Situ.

Il arrive cependant que dans certains cernes les vaisseaux diminuent de taille du début à la fin de l'accroissement.

Enfin nous avons déjà mentionné la petite zone

sans vaisseaux ni parenchyme qui commence souvent les accroissements et d'une largeur notablement supérieure à l'espacement courant entre deux bandes successives de parenchyme.

LE GERNE-TYPE DU LIMBA

Nous venons d'exposer, élément par élément, les caractères observés dans l'ensemble des cernes étudiés. Essayons maintenant d'en synthétiser une description assez typique, regroupant les différents tissus tels qu'ils se présentent le plus fréquemment.

Les cernes sont délimités par une fine ligne de parenchyme assez rectiligne, parfois discontinue, associée à quelques pores très petits et soulignée souvent par un changement brusque d'aspect du bois.

Le bois initial est souvent de texture plus lâche que le bois final, avec un parenchyme épais, allongé ou anastomosé en grosses bandes sinuées et espacées. Il peut commencer par une petite zone sans pores ni parenchyme.

Le bois final est généralement à texture plus serrée, avec un parenchyme associé aux vaisseaux en bandes plus raides, plus étroites et plus rapprochées et il se termine souvent par une fine zone sombre de bois plus dense qui souligne intérieurement chaque limite.

LES ANOMALIES

Nous désignons ainsi les variations que nous avons pu rencontrer dans certains cernes et qui s'écartent du schéma typique du cerne au point qu'il peut y avoir doute sur l'identification et le dénombrement des limites.

Elles n'ont pas toujours été rencontrées dans les cernes à limites marquées, mais dans les cernes plus anciens des mêmes échantillons.

Premiers cernes

Très généralement, les premiers cernes formés autour de la moelle ne présentent pas de limite nette. Ils ont souvent des caractères anormaux de bois juvénile, en particulier des pores plus petits, un tissu fibreux plus tendre, parfois un parenchyme très rare.

Leur largeur est extrêmement variable, le jeune arbre étant capable de s'accroître de 4 ou 5 cm en diamètre par an dans de bonnes conditions, comme de quelques millimètres s'il est gêné. Mais il semble que l'activité du cambium est plus continue, moins bien rythmée qu'elle ne le sera sur l'arbre adulte, d'où l'absence d'une limite nette dans le bois marquant le niveau de repos du cambium et la présence de nombreuses apparences de limites représentant certainement des à-coups de croissance.

Il y aura donc souvent hésitation dans l'identification des limites voisines de la moelle.

Faux-cernes

Un faux-cerne ou plus exactement une fausse limite de cerne est un changement d'aspect du bois assez brusque à l'intérieur d'un cerne.

Cela peut être une zone de type bois final, avec teinte sombre et parenchyme plus raide et plus serré, qui vient après un bois initial normal. Elle ne se termine pas brusquement par la ligne fine de parenchyme mais elle finit au contraire plus ou moins progressivement (fig. 12, dans le bas de l'image).

Beaucoup de faux-cernes ont été rencontrés, même dans les accroissements marqués. Cependant, un minimum d'attention permet de les distinguer des vraies limites sur la base de la définition que nous avons retenue pour celles-ci.

Dédoubléments de limites

C'est ici que réside le vrai problème et que des observations sont à continuer.

On a rencontré en effet, en dehors des cernes marqués, des limites complètes, c'est-à-dire faisant la circonférence entière, et si rapprochées que l'on a peine à croire qu'elles puissent border un accroissement infime, de 1 mm ou moins, au milieu d'accroissements de l'ordre de 1 cm de largeur.

L'illustration la plus typique en est la limite présumée 1963 dans l'arbre n° 916 (fig. 14). Bien que l'arbre soit issu d'une plantation de 1957, il n'y a pas assez de certitude sur les premiers cernes pour pouvoir conclure à un petit accroissement annuel ou à un dédoublement de la limite par reprise momentanée d'activité, mais c'est vers cette deuxième hypothèse que nous penchons pour la raison suivante.

Dans un autre arbre (n° 912) un dédoublement de limite apparaît localement à la limite 1966 au-dessus de la marque 1965, dans l'excroissance de cicatrisation. Les deux limites se soudent de part et d'autre de l'excroissance et les marques prouvent qu'il ne s'agit pas d'un accroissement annuel, mais d'un petit complément. Donc un tel dédoublement peut exister, au moins dans des conditions particulières, traumatiques (fig. 15).

Nous n'avons pas la preuve qu'il peut aussi se produire, sur la circonférence entière, à la suite d'une irrégularité climatique par exemple. Mais c'est vraisemblablement le cas puisque le même dédoublement (de la limite présumée 1963) se retrouve à des degrés divers sur les sections de 4 arbres de la même station.

Cernes très étroits

Ce problème des dédoublements possibles est associé à celui des cernes très étroits parce que nous n'avons pas de moyen objectif de les distinguer les uns des autres.

Dans un arbre à croissance assez rapide comme le n° 916 (fig. 14), il nous apparaît clairement, grâce à la différence d'espacement, qu'il y a dédoublement de la limite 1963 par reprise momentanée d'activité.

Mais il paraît logique que dans un arbre à accroissements très lents, de l'ordre de 1 à 2 mm d'épaisseur, donc de faible vitalité, une reprise momentanée d'activité en fin de saison de végétation ne puisse pas entraîner une reprise de formation du bois d'importance équivalente à celle de la saison principale. Jusqu'à preuve du contraire, nous estimons donc que des limites très rapprochées parmi des cernes larges seront à interpréter comme des dédoublements de limites, tandis que des cernes tous

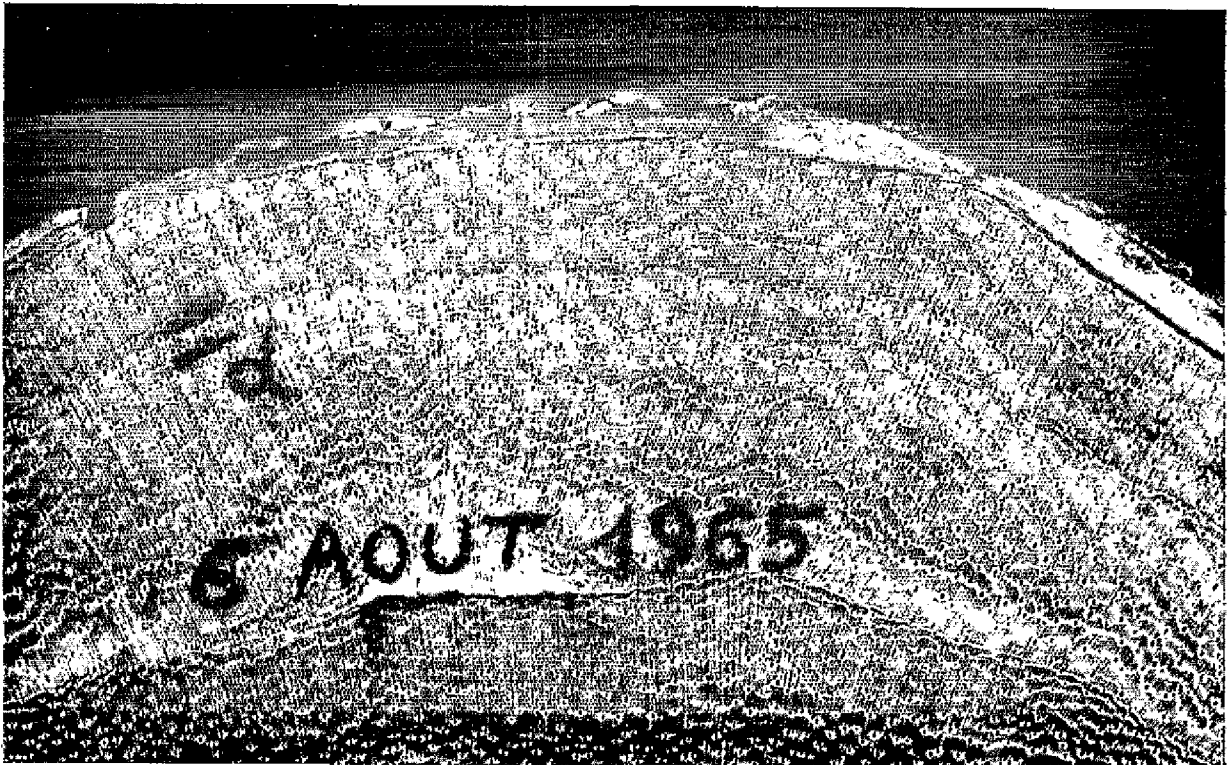


Photo Chatelain.

FIG. 15. — Dédoublément de limite en 1966 prouvé par les dates des marques mais limité à la zone de recouvrement de la première marque. Arbre n° 912. M'Boku N'Situ.

étroits seront certainement des accroissements annuels.

Accroissements très excentrés

Il reste encore un cas incomplètement éclairci, c'est celui des sections d'arbres très excentrées où

les limites de cernes, très espacées dans une partie de la section, se rapprochent et se confondent parfois sur le côté le moins développé. Il est probable que toutes les limites observées sur le plus grand rayon sont vraies, mais il faudrait s'assurer que, du fait de la croissance excessive de ce côté, il ne se produit pas des dédoublements tellement larges qu'on ne les identifierait pas.

CONSÉQUENCE : INCERTITUDE SUR LE NOMBRE DE CERNES

Par suite des difficultés qui peuvent se rencontrer, comme nous l'avons dit, et bien que les cernes soient annuels, on hésitera parfois à préciser un nombre exact d'années quand on analysera la section d'un arbre.

La meilleure précision sera atteinte avec les sujets dont la croissance aura été assez régulièrement soutenue jusqu'à l'abattage : il n'y aura alors qu'éventuellement une ou deux années d'imprécision

au centre. A partir de la périphérie, on pourra donner des dates précises aux cernes successifs.

Par contre, si un arbre a connu des périodes difficiles pendant lesquelles il a formé des cernes très étroits et surtout irréguliers, alors on risque d'oublier certains cernes, ou au contraire d'en rajouter quelques-uns par excès de prudence dans l'interprétation des resserrements de parenchyme.

Il faut cependant noter qu'en étudiant la sec-

tion, on sait quand il y a doute. Si l'on ne peut dire un nombre précis avec certitude dans tous les cas, on peut donner dans les autres cas la fourchette

des nombres entre lesquels on hésite, la valeur qui paraît la plus probable, et les époques de la vie de l'arbre où la croissance a été vigoureuse ou ralentie.

EN CONCLUSION

il est confirmé par notre étude que les cernes du *Terminalia superba* sont normalement annuels et assez faciles à lire, donc utilisables par les forestiers pour des analyses de tiges.

Il reste souhaitable de prolonger de plusieurs années la durée des observations sur un certain nombre d'arbres en espérant améliorer nos connaissances par la présence de cas variés dans les couches d'accroissement que nous aurons datées.

A NOS LECTEURS

Si vous ne possédez pas la collection complète des numéros de notre Revue, publiés de 1947 à 1969 inclus, demandez-nous nos

RÉPERTOIRES DES ARTICLES PARUS DEPUIS 23 ANS DANS LA REVUE

“BOIS ET FORÊTS DES TROPIQUES”

nous vous les adresserons gratuitement. Vous pourrez alors choisir puis nous commander les numéros anciens susceptibles de vous intéresser et qui se trouvent encore disponibles