

Photo Chatelain — C. T. F. T.

Daniellia soyauxii — Fente radiale montrant qu'à chaque cerne correspond une onde de contrefil.

CONTREFIL A RYTHME ANNUEL DANS LES FARO, *Daniellia* sp. pl.

par Pierre DÉTIENNE
Division d'Anatomie des Bois
Centre Technique Forestier Tropical

SUMMARY

ANNUALLY RECURRING INTERLOCKED-GRAIN IN FARO, DANIELLIA SP. PL.

Constant variations in the angle of the grain have been observed in all Faro, and particularly in the straight-grained samples. This is an interlocked-grain in the strict sense, but of very slight degree; its particularity is that it is of annual periodicity. It is caused by perpetual rearrangements of the extremities of the cambial cells of one level in relation to the cells of adjacent levels.

RESUMEN

ENTREORUZADO GRANO DE RITMO ANUAL EN LAS ESPECIES FARO, DANIELLIA SP. PL.

Se han observado variaciones constantes de la inclinación del grano en todas las especies Faro y, en particular, en los troncos de fibra recta. Se trata de un grano alternante sensu-stricto pero de muy reducida intensidad y cuya particularidad consiste en su periodicidad anual. Este grano alternante es provocado por reestructuraciones perpetuas de los extremos de las células cambiales de un nivel, en relación con las células de los niveles adyacentes.

Comme la plupart des essences tropicales, certains Faro, *Daniellia klainei* Pierre (Lonlaviol à grandes feuilles), *Daniellia soyauxii* Rolfe (Lonlaviol à petites feuilles au Gabon) et *Daniellia thurifera* Benn. (Faro en Côte-d'Ivoire) peuvent présenter un contrefil apparent sur les débits, oscillation du fil ayant une longueur d'onde de plusieurs centimètres, s'étendant donc sur plusieurs cernes, et une amplitude d'au moins 10°, souvent plus. En fait, ce type de contrefil large et fort est assez peu fréquent chez cette essence dont la majorité des billes sont bien conformées et de droit fil.

Pendant la présence d'un petit contrefil dans

les billes à fil droit semble être générale chez tous les individus de cette espèce, y compris ceux ayant un large contrefil, mais n'est pas perçue, car ce contrefil est très peu prononcé : sa longueur d'onde est petite, de l'ordre du millimètre, et son amplitude faible, inférieure à 10°. Inappréciable sur débit, il ne peut être mis en évidence qu'en fendant avec précaution un petit bloc de bois au ciseau.

Présent chez tous les arbres, même si ceux-ci sont à juste titre reconnus de droit fil, ce petit contrefil a peu d'incidence technologique ou esthétique et l'intérêt de son étude réside dans le fait que chaque ondulation du fil correspond à une année végétative.

APPRÉCIATION DES CERNES ANNUELS

Toutes les espèces du genre botanique *Daniellia* limitent leurs couches annuelles d'accroissement par une ligne continue de parenchyme très bien visible à l'œil nu sur une section finement poncée. La lecture des cernes serait donc très facile s'il n'apparaissait pas sporadiquement ou fréquemment (espèce *D. soyauxii*) une, parfois deux, lignes supplémentaires. L'identification de ces fausses limites est parfois difficile. Dans les zones à croissance lente, où les lignes sont très proches, jusqu'à 3 par mm, il est impossible de différencier une vraie limite

d'accroissement d'une fausse. Par contre, dans les zones à croissance moyenne à rapide (accroissement de 0,2 à 1 cm) les lignes de parenchyme non continues ou celles succédant immédiatement à une autre (pouvant parfois être assimilée à un dédoublement) sont à exclure comme limite d'accroissement annuel. Ce deuxième cas est particulièrement visible chez les sujets de l'espèce *D. soyauxii* provenant de la région côtière du Gabon où une ligne de parenchyme apparaît fréquemment dans le premier quart de l'accroissement annuel (voir photo en début d'article).

ORIENTATION DU FIL A L'INTÉRIEUR DES CERNES

Deux méthodes ont été employées pour mettre en évidence et mesurer ce contrefil. La première consiste à reporter sur une feuille millimétrée la ligne de fracture sinueuse en comparaison avec la ligne de fente rectiligne ; la deuxième à mesurer directement sur bois l'angle d'inclinaison du fil en enlevant régulièrement des copeaux tangentiels de l'écorce vers le cœur.

Chez les 3 espèces étudiées, dans les cernes suffisamment larges (au moins 2 mm) pour que le phénomène soit observable, la direction du fil du bois effectue une oscillation d'une ligne terminale de parenchyme à la suivante. Dans l'espèce *D. thurifera*, le fil s'incline à droite dans la première moitié

de l'accroissement, puis à gauche dans la seconde moitié (pour un observateur situé devant l'écorce), dans l'espèce *D. soyauxii* le schéma est inverse : le fil s'incline d'abord à gauche en début d'accroissement, puis à droite. Le fil du bois de l'espèce *D. klainei* présente les mêmes variations d'inclinaison que *D. thurifera*, mais avec un léger décalage : le changement de direction d'inclinaison du fil ne se fait pas au niveau des limites et du milieu de l'accroissement, mais plutôt dans le bois initial et dans le bois final. Ces schémas d'inclinaison ont été respectivement relevés dans 99 % des cernes observés de *D. thurifera*, 87 % chez *D. soyauxii* et 74 % chez *D. klainei*.

INTENSITÉ DE CE CONTREFIL

L'intensité d'un contrefil peut être exprimée par deux valeurs : la longueur d'onde et l'amplitude. La longueur d'onde représente la distance radiale entre deux points où le fil retrouve la même direction d'inclinaison après une oscillation complète, et l'amplitude la distance angulaire entre deux inclinaisons maximales du fil en direction opposée.

L'oscillation du fil étant annuelle, la longueur d'onde est égale à la longueur de l'accroissement correspondant, donc fonction de la vitesse de croissance de l'individu. En excluant les cernes trop étroits (moins de 1 ou 2 mm), la largeur moyenne des 460 cernes observés est de 5,15 mm, les moyennes par individu s'échelonnant de 2,65 mm à 8,55 mm, les largeurs des cernes allant de 1 à 15 mm.

L'amplitude moyenne des 460 ondulations mesurées est de 4° 13, les moyennes par individus s'étalant de 1° 43 à 8° 20, les amplitudes des oscillations allant de 0° à 12° 45.

Si la vitesse de croissance influe sur la longueur d'onde du fait que celle-ci est égale à la largeur des accroissements, elle agit aussi sur l'amplitude car généralement les cernes les plus larges présentent la

plus grande amplitude de déviation du fil et vice-versa. Il existe cependant des variations au niveau de l'individu : le tableau *a* montre que pour des largeurs de cernes (longueur d'onde) équivalentes, l'amplitude peut varier du simple au double.

TABLEAU *a*

Amplitude du contrefil en fonction de la largeur des cernes

Arbres	Largeur des cernes				
	0-2 mm	2,5-4 mm	4,5-6 mm	6,5-8 mm	8,5-10 mm
K_1 ..		7° 15	8° 15		
K_2 ..		5°	6°		
K_4 ..		4°	5°	5° 15	8° 15
K_5 ..		5°	5°	8°	8° 15
S_3 ..	5° 45	8°	11° 30		
S_4 ..			7° 30	10° 15	
S_5 ..	3° 15	4° 30			
T_1 ..		2° 45	3° 45	5°	6° 30
T_2 ..			3°	3°	
T_3 ..	0° 30	2° 15	2°	2° 45	
T_4 ..		2°	3° 15	4° 15	

MÉCANISME ANATOMIQUE DE LA FORMATION DU CONTREFIL CHEZ LE FARO

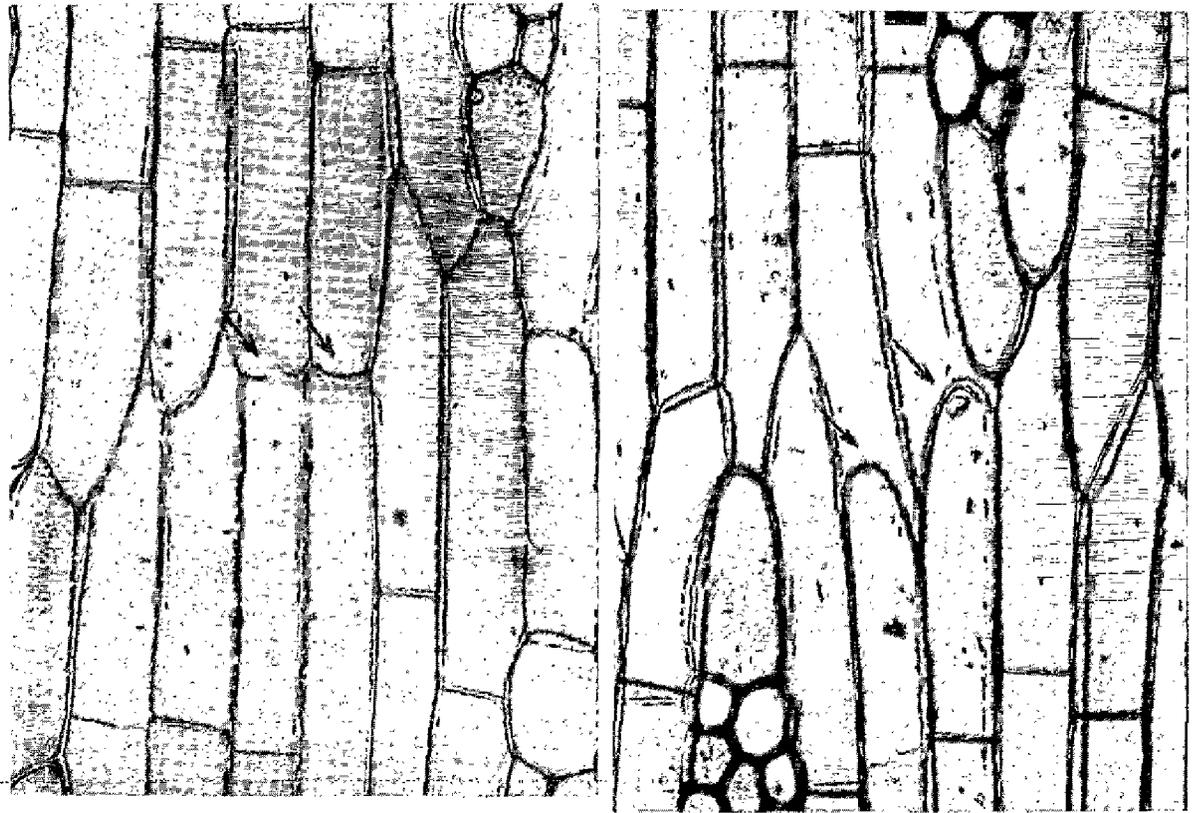
Si de nombreuses études ont été faites sur le mécanisme de la formation de la fibre torse des conifères, peu ont été faites sur le contrefil des feuillus et, à notre connaissance, une seule sur le contrefil dans deux bois à cambium parfois étagé (Sapelli et Tilleul) par Z. HEJNOWICZ et B. ZAGORSKA-MAREK.

Dans les bois à cambium non étagé, le phénomène de la fibre torse est provoqué par des divisions pseudotransversales (divisions anticlines des cellules cambiales inclinées par rapport au plan radial) orientant les elongations intrusives des fibres à gauche ou à droite suivant leur direction.

Dans les bois à cambium rigoureusement étagé, les divisions anticlines sont peu inclinées par rapport au plan radial et, par conséquent, la croissance intrusive des fibres issues de cellules filles est peu déterminante dans le changement d'orientation du fil, d'autant plus que seules les extrémités des fibres (beaucoup plus étroites que les « ventres ») s'enfoncent dans les étages adjacents.

Chez le Faro, par comparaison de coupes microscopiques tangentielles successives, la variation d'inclinaison du fil est facilement perçue par le « déplacement » relatif des rayons d'un étage, par rapport à ceux des étages voisins. En fait, il ne s'agit pas d'un déplacement réel, mais d'une oscillation des extrémités des rayons par rapport à leur axe, comme l'aiguille d'une boussole. Les rayons, ayant une hauteur sensiblement égale à celle d'un étage, suivent donc le mouvement des fibres de cet étage.

L'aspect caractéristique des bois étagés, et particulièrement du Faro, est la disposition régulière en quinconce des cellules cambiales et, par conséquent, des fibres et des cellules de parenchyme en dérivant. Or, tout événement survenant dans un étage (apparition ou disparition d'une lignée de fibres, néoformation d'un rayon, augmentation de taille d'un rayon récent) perturbe l'imbrication régulière des cellules de cet étage dans celles des étages adjacents. Il s'ensuit un réarrangement de chaque cellule de



Cellules de parenchyme bout à bout (1) ou fourchues (2).
 Les fibres issues des mêmes initiales devront s'infiltrer à gauche ou à droite des cellules de l'étage inférieur.

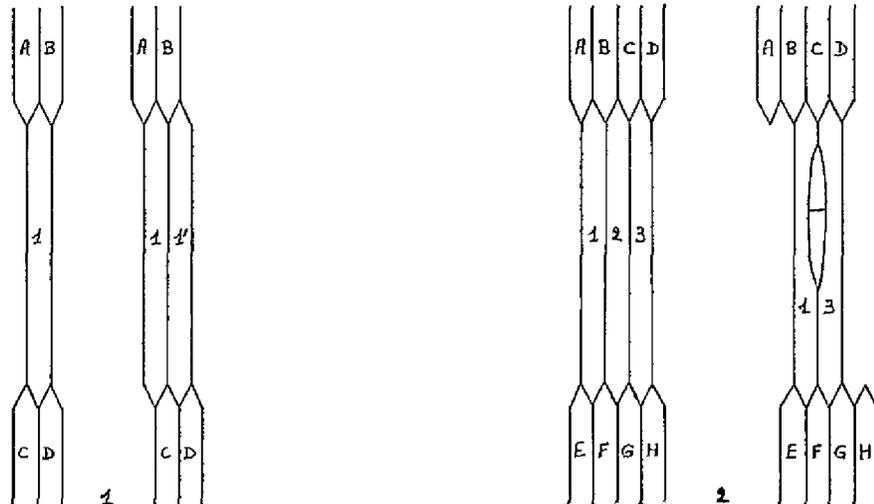


Schéma de réarrangement des fibres après division (1) ou néoformation d'un rayon (2).

l'étage par déplacement de son extrémité supérieure de la gauche vers la droite par rapport à l'extrémité inférieure de la cellule supérieure ou par

déplacement de son extrémité inférieure de la droite vers la gauche par rapport à l'extrémité supérieure de la cellule de l'étage inférieur, ceci dans le cas d'une

inclinaison à droite du fil ; le schéma étant inverse lors d'une inclinaison à gauche. Le mécanisme dictant l'orientation à gauche ou à droite du réajuste-

ment des cellules entre étages adjacents est inconnu mais relève probablement plus du domaine physiologique qu'anatomique.

CONCLUSION

La présence d'un contrefil de très faible intensité semble être générale dans toutes les billes de Faro, y compris, et même plus spécialement, dans celles dites de droit fil, c'est-à-dire ne présentant pas ce contrefil à larges ondulations de type Sapelli. Outre le fait que l'inclinaison du fil subit de faibles mais perpétuelles variations et inversions, cas certainement non particulier au Faro, la singularité de ce contrefil est d'avoir une périodicité annuelle : avec régularité le fil s'incline d'abord dans une direction, puis dans la direction opposée, décrivant une oscillation complète à l'intérieur d'un accroissement annuel. Ce contrefil passe inaperçu car sa longueur d'onde, soit la largeur des accroissements, est faible, de l'ordre du millimètre et, en conséquence indirecte, son amplitude n'est jamais très forte, de 4° en moyenne.

Ces changements d'inclinaison du fil sont provoqués par des réaménagements perpétuels entre les cellules cambiales d'un étage par rapport à celles des étages adjacents : la disposition en quinconce de ces

cellules sera toujours conservée ou rétablie par des décalages de leurs extrémités vers la gauche ou vers la droite selon le « programme » intrinsèque de l'arbre.

Le terme programme peut être évoqué car ce contrefil, si minime soit-il, n'est certainement pas fortuit et superflu et il est possible qu'il joue un rôle dans la répartition des substances des racines vers la couronne : en théorie, si on assimile les vaisseaux à de simples tuyaux, et en ne tenant pas compte des échanges radiaux et tangentiels dans le bois, une oscillation d'environ 4° d'amplitude du fil du bois permet la distribution de la sève issue d'une même racine sur un arc de 0,70 m au niveau des premières branches situées à 10 m du sol. Cependant, si cette hypothèse explique convenablement la nécessité pour certains arbres de développer un contrefil, le mécanisme commandant la direction du réarrangement des cellules cambiales (bois étagés) ou des divisions pseudotransversales et des élongations intrusives des fibres (bois non étagé) reste une énigme.

BIBLIOGRAPHIE

- BAILEY (I. W.). — The cambium and its derivative tissues. IV. The increase in girth of the cambium. *Amer. J. Bot.* 10 : 499-509, 1923.
- BANNAN (M. W.). — Spiral grain and anticlinal divisions in the cambium of conifers. *Can. J. Bot.* 44 : 1515-1538, 1966.
- BAUMER (M.). — A propos des figures du bois. *Bois et Forêts des Tropiques* 24 : 233-255, 1952.
- HEJNOWICZ (Z.). — The structural mechanism involved in the changes of grain in timbers. *Acta Soc. Bot. Pol.* 37 (2) : 347-365, 1968.
- HEJNOWICZ (Z.) et ROMBERGER (J. A.). — Migrating cambial domains and the origin of wavy grain in xylem of broad-leaved trees. *Amer. J. Bot.* 60 (3) : 209-222, 1973.
- HEJNOWICZ (Z.) et ZAGORSKA-MAREK (B.). — Mechanism of changes in grain inclination in wood produced by storeyed cambium. *Acta Soc. Bot. Pol.* 43 (3) : 381-398, 1974.
- KADAMBI (K.). — On the nature of twisted fibre and the occurrence of interlocked fibre in some trees. *Proc. 8th Silv. Conf. Dehra Dun 1951, part 2, 1956* : 227-228, 1951.
- KOZLOWSKI (T. T.). — Growth and development of trees. Acad. Press New York, London, Vol. II : 43-52, 1971.
- LIMAYE (V. D.). — Interlocking of grain in indian timbers, *Indian Forester* 80 (1) : 6-9, 1954.
- MADDERN HARRIS (J.). — The causes of spiral grain in the corewood of radiata pine XIV IUFRO Congr. Munich 1967, IX 22/41 : 363-383, 1967.
- NOSKOWIAK (A. F.). — Spiral grain in trees. A review. *For. Prod. J.* 13 : 266-275, 1963.
- SCHREIBER (C.). — Phänomen Wechseldrehwuchs. *Holzindustrie* 1973 (2) : 151-155, 1973.
- VITE (J. P.). — Water conduction and spiral grain. Causes and effects. XIV IUFRO Congr. Munich 1967, IX 22/41 : 338-351, 1967.
- WEBB (C. D.). — Interlocked grain in Liquidambar styraciflua L. XIV IUFRO Congr. Munich 1967, IX, 22/41 : 398-412, 1967.
- ZAGORSKA-MAREK (B.). — Growth activity of fusiform initials in storeyed cambium. *Acta Soc. Bot. Pol.* 44 (4) : 537-552, 1975.