

<b>Zeitschrift:</b>	Berichte der Schweizerischen Botanischen Gesellschaft = Bulletin de la Société Botanique Suisse
<b>Herausgeber:</b>	Schweizerische Botanische Gesellschaft
<b>Band:</b>	50 (1940)
<b>Artikel:</b>	Sur les épaississements spiralés et les striations des parois des fibres, des vaisseaux ou les trachéides du bois et leur signification
<b>Autor:</b>	Jaccard, P.
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-34256">https://doi.org/10.5169/seals-34256</a>

### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 09.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## Sur les épaississements spiralés et les striations des parois des fibres, des vaisseaux ou des trachéides du bois et leur signification.

Par Paul Jaccard.

Manuscrit reçu le 1<sup>er</sup> novembre 1939.

Les parois secondaires ou tertiaires des vaisseaux et des fibres ligneuses présentent, chez de nombreuses espèces arborescentes, soit des striations, soit des épaississements spiralés.

Quelle signification faut-il attribuer à ces particularités anatomiques et comment expliquer leur diversité?

Il ne s'agit pas en effet de caractères constants propres à toutes les espèces et pouvant résulter d'une cause unique dont les effets varieraient suivant son incidence ou son intensité.

Certaines de ces particularités s'expliquent, il est vrai, par des exigences mécaniques ou tout au moins paraissent répondre à un besoin de consolidation, c'est le cas par exemple chez les vaisseaux primaires spiralés ou annelés, qui assurent le transport de l'eau dans les pousses terminales chez toutes les espèces ligneuses, tant chez les conifères que chez les feuillus.

Une signification du même genre peut être attribuée aux épaississements spiralés des cellules aquifères de *Sphagnum*, et à celles du velamen des racines aériennes des orchidées épiphytes.

Les épaississements partiels et locaux de la paroi des éléments conducteurs de l'eau peuvent n'avoir cependant aucune signification mécanique; c'est le cas semble-t-il pour les épaississements plus ou moins denticulés des trachéides conductrices des rayons chez *Pinus sylvestris* ou pour ceux plus curieux encore qu'on observe chez *Pinus ponderosa* par exemple, épaississements qui manquent complètement à ces mêmes trachéides chez *Pinus cembra*.

On ne comprend pas davantage la raison physiologique des épaississements spiralés des trachéides qui, chez certains conifères, constituent, grâce à leur constance, un caractère spécifique ou même générique, comme chez *Taxus brevifolia* et *Taxus baccata*, *Torreya taxifolia*, *Pseudotsuga canadensis* et *Pseudotsuga taxifolia*, tandis qu'ils manquent aux trachéides normales chez les abiétinées.

Il y a lieu à ce propos de distinguer les épaississements pariétaux des trachéides des *Taxus*, *Pseudotsuga* et *Torreya*, de la structure lamellaire

et des striations des éléments mécaniques différenciés du « *bois de tension* » et du « *bois de compression* » des branches à croissance excentrique. Cette structure caractéristique n'apparaît pas chez les fibres et les trachéides des tiges concentriques, il est donc plausible d'admettre qu'elle est déterminée par l'action mécanique de la pesanteur sur les branches horizontales.

L'interprétation donnée à ces structures a suscité depuis plusieurs années de nombreux travaux, dont j'ai discuté les conclusions et les conceptions finalistes ou causalistes dans une publication récente (6), aussi je n'y reviendrai pas ici.

Ce qui complique encore la question, c'est l'apparition occasionnelle et irrégulière de striations semblables à celles des trachéides de compression chez des tiges dressées de divers conifères. Les figures (1 à 6) reproduisent ces structures telle que je les ai observées en particulier chez *Pinus echinata*, *P. ponderosa* et *P. contorta*, où elles apparaissent tantôt sur les faces tangentielles seules, tantôt sur les faces radiales, tantôt sur les deux à la fois, et cela aussi bien dans le bois de printemps que dans le bois tardif.

I. W. Bailey à qui j'ai communiqué mes observations à ce sujet me répond qu'il a fréquemment rencontré de semblables striations chez des trachéides ayant une structure intermédiaire entre celle des trachéides de compression typiques (Rothholztracheiden) et celle des trachéides ordinaires. « These tracheids are characterised », dit-il, « by having a radially striated structure and tend to split radio-helically in drying. » Or, toutes mes observations faites, tant sur du bois frais que sur du matériel sec ou conservé à l'alcool, m'ont permis d'observer de telles striations *indépendamment de toute dessication ou de tout traitement deshydratant*. Ces striations persistent en effet après un long séjour du bois dans glycerine, chloralhydrat, chlorure de zinc iodé, eau bouillante ou acide sulfurique.

Quittant les conifères, passons aux feuillus chez lesquels on observe très fréquemment des striations sur les parois des fibres et des épaississements spiralés chez les fibres-trachéides ainsi que chez les vaisseaux où ils ont souvent la valeur de caractères spécifiques. Pour nous en tenir aux dicotylédones arborescentes des régions tempérées de l'hémisphère nord, mentionnons les genres suivants chez lesquels les épaississements螺旋és de la paroi des vaisseaux du bois secondaire peuvent servir de caractères distinctifs: *Tilia*, *Ulmus*, *Ilex*, *Prunus*, *Crataegus*, *Magnolia*, *Aesculus*, *Catalpa* et *Gymnocladus*.

La fréquence, la distribution et l'inclinaison de ces épaississements spiralés variant souvent beaucoup d'une espèce à l'autre, quelquefois chez un même individu suivant les conditions de croissance, on ne saurait donc les attribuer à une cause unique, d'autant plus qu'ils n'ap-

paraissent en somme que chez un nombre d'espèce relativement restreint et chez des genres appartenant à des familles très différentes.

On ne voit pas, par exemple, pourquoi *Tilia* possède des vaisseaux spiralés tandis que *Populus*, bois tendre également et présentant une grande analogie de structure avec *Tilia*, n'en possède pas. Pourquoi *Ulmus* diffère à cet égard de *Robinia* et de *Quercus*, tous trois étant des

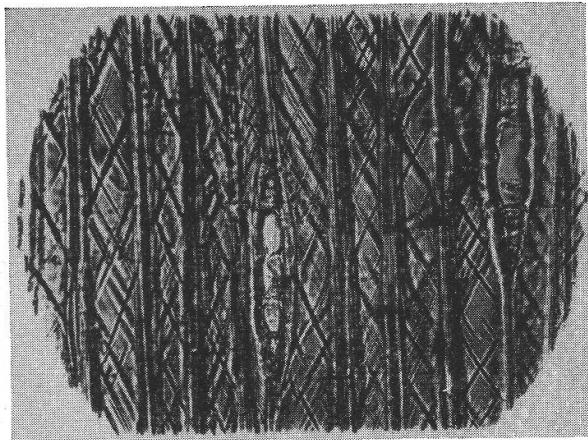


Fig. 1.

Striation des parois tangentielles des trachéides du bois de la tige chez *Pinus echinata*. Gross. 500/1.

(Mikrophotos 1 et 2 et dessins 5 à 10  
de H. Speich.)

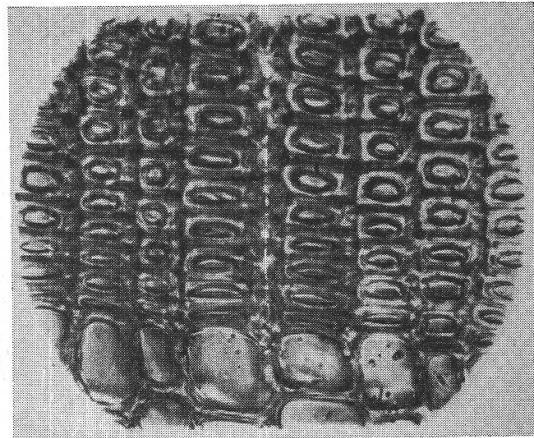


Fig. 2.

Section transversale des mêmes trachéides : par leur section rectangulaire et par leur disposition en files radiales régulières, elles se distinguent nettement des trachéides de compression typiques (Rothholztracheiden).

bois à gros vaisseaux printaniers, à thylles fréquentes et ayant un poids spécifique voisin.

Il est plausible d'attribuer à l'action mécanique de la pesanteur la structure particulière des trachéides ou des fibres du bois des branches excentriques soumises à l'action antagoniste de tension-compression, néanmoins la striation des parois de ces éléments, en particulier le degré d'inclinaison de ces stries dépend moins des forces mécaniques agissant de l'extérieur qu'on ne serait tenté de l'admettre.

Comme nous le disons dans une publication antérieure sur ce sujet (4) l'orientation micellaire des parois des fibres et des vaisseaux paraît être un caractère organique fondamental, propre à tous ces éléments. Cette orientation qui se manifeste d'une manière apparente par des stries ou des épaissements spiralés ou hélicoïdaux est déterminée sans doute par des forces moléculaires sur lesquelles l'action mécanique de la pesanteur ou du vent a peu d'influence, surtout chez les éléments qui perdent rapidement leur cytoplasme et dont les parois se lignifient rapidement, par contre, la forme de ces éléments, celle de leur section

transversale en particulier, ainsi que la nature chimique de leurs couches d'accroissement secondaire et tertiaire paraissent en relation directe avec les tensions-compressions auxquelles ils sont soumis par l'action fléchissante de la pesanteur ou du vent.

L'inclinaison des stries n'a d'ailleurs guère la valeur d'un caractère spécifique, elle varie dans une large mesure non seulement d'une espèce

Fig. 3.

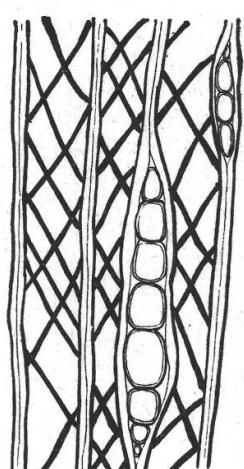


Fig. 5.

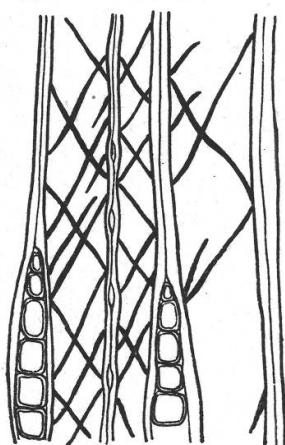


Fig. 4.

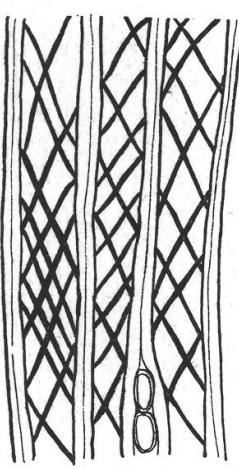


Fig. 6.

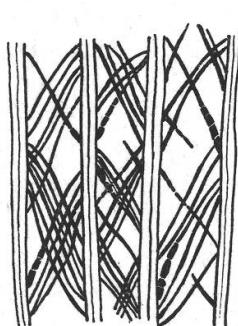


Fig. 3—6.

Montrant à un grossissement de 370/1 l'analogie et les différences que présentent les larges stries observées sur la face tangentielle des trachéides chez *Pinus echinata*, P. (3) *resinosa*, P. (4) *ponderosa* (5) et *torreyana* (6).

à l'autre mais encore dans un même individu, suivant l'âge et la saison (bois de printemps ou bois tardif), anneaux jeunes ou vieux anneaux. K. Ohara (8) constate chez *Picea ajanensis* et chez certaines cupressinées que l'inclinaison des striations avec laquelle coïncide plus ou moins l'inclinaison du grand axe des ponctuations, est plus forte dans

Fig. 7.

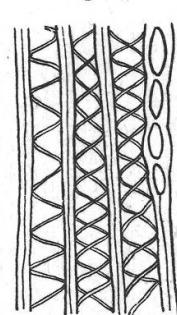


Fig. 9.

Fig. 7.  
Epaississement spiralé de la paroi tangentielle des trachéides chez *Taxus brevifolia*. Gross. 370/1.

Fig. 8.

La même chose chez *Pseudotsuga douglasii*. Gross. 370/1.

Fig. 9.

Striation de la paroi des vaisseaux chez *Ulmus americana*. Gross. 370/1.

Fig. 10.

La même chose chez *Tilia cordata*. Gross. 370/1.

Fig. 8.

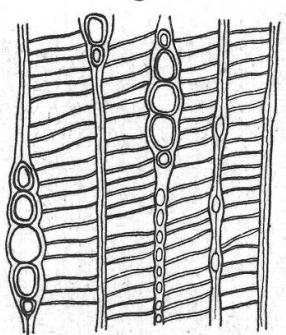
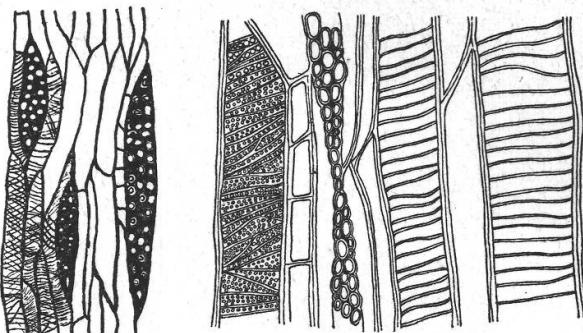


Fig. 10.



le bois tardif, mais est moindre dans la cime et la partie supérieure de la tige que dans le tronc. Cependant cette inclinaison qui varie avec l'âge des cernes jusqu'à la dixième année devient ensuite constante aux divers niveaux des tiges et cela sans relation visible avec les conditions de croissance des individus, ce qui permet d'utiliser jusqu'à un certain point ce caractère pour l'identification de quelques conifères.

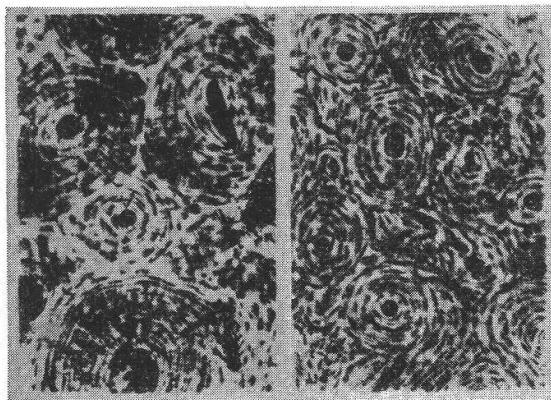


Fig. 11.

Coupe transversale des canaux de Havers dans un os long d'éléphant.  
Gross. 80/1.

(Fig. 11 et 12 d'après Gebhardt in Münc h [7] montrant la structure lamellaire concentrique de la paroi de ces canaux.)

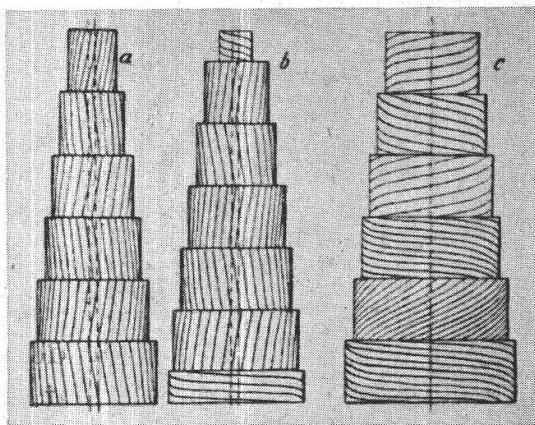


Fig. 12.

Schéma représentant la striation des lamelles juxtaposées.

La formation plus ou moins accidentelle et irrégulière des épaississements pariétaux chez les vaisseaux du bois secondaire de certains arbres est beaucoup moins compréhensible. S'agit-il d'un renforcement vis-à-vis de la compression d'éléments parenchymateux turgescents voisins ? S'agit-il au contraire d'une propriété spécifique due à la persistance du contenu plasmatique de ces éléments ? Ou bien encore d'un compromis entre la solidité et la perméabilité des parois ?

Les facteurs mesurables qui peuvent entrer en ligne de compte dans la formation des épaississements pariétaux paraissent être en effet surtout d'ordre physiologique, c'est-à-dire dominés par les exigences plus ou moins contradictoires de la solidité et de la perméabilité : la viscosité du plasma, sa capacité de gonflement, la pression osmotique et les forces moléculaires qui l'accompagnent, doivent être déterminantes. A ce propos, je rappellerai mes observations concernant la différence de pression osmotique des cellules du cambium sur les côtés opposés de branches horizontales à croissance excentrique, d'où il ressort que la pression osmotique des cellules du cambium est régulièrement plus forte sur le côté large de plus rapide croissance que sur le côté opposé plus

étroit. Dans nos mesures la différence de pression en faveur du côté large variait de 1 à 4 atm. (5).

La signification mécanique de la structure des parois des fibres de tension et de compression du bois est envisagée par E. Münch qui, dans « *Statik und Dynamik ... des Druck- und Zugholzes* » (7) établit un parallèle entre la structure lamellaire spiralée de la paroi des vais-



Fig. 13.

Section transversale d'une fibre-trachéide de *Tetramerista glabra*, colorée par le iodure de potassium iodé. Gross. 2000/1.  
(D'après Baile y [1], fig. 19, pl. 147.)

seaux de Havers des os longs et celle des fibres ligneuses. Dans les deux cas on observe une disposition concentrique de lamelles spiralées autour du lumen du canal, ainsi que leur agencement suivant le principe du contreplaqué, suivant lequel le degré d'inclinaison et le sens des stries micellaires varient dans les lamelles successives. Les figures (fig. 6 et 8 in Münch loc. cit.) représentent d'après Gehrhardt la section transversale des canaux de Havers dans un os d'éléphant, les figures 17 à 20 in Baile y (1), en particulier la figure 13 que nous reproduisons, font en effet ressortir une très grande analogie entre ces deux types de structure sans cependant qu'on puisse, à mon avis, conclure à l'identité de leur signification ou de leur fonctionnement mécanique. Nous serions plutôt tentés de considérer cette analogie comme l'expression d'un mode de croissance et d'un type de structure communs à toutes les cellules, tant animales que végétales lorsqu'elles sont entourées d'une paroi assurant leur consolidation et l'inaltérabilité de leur contenu vivant.

Et pourtant, les forces mécaniques naturelles agissant sur les plantes (la pesanteur et le vent) ainsi que la lumière par son action phototropique, sont les facteurs morphogènes dominants d'où dépend, pour une grande part, la forme des grands végétaux. C'est en effet à l'action mécanique de la pesanteur qu'on peut attribuer la symétrie bilatérale des animaux supérieurs, la structure dorsiventrale plus ou moins excentrique des branches horizontales des arbres, la structure concentrique des tiges des arbres fixées au sol par leurs racines comme

celle des animaux-plantes ou rayonnés vivant immobiles sur le fond des mers.

Nous en concluons qu'au point de vue dynamique, la morphologie interne des végétaux et la structure micellaire de leurs éléments constitutifs n'obéit pas aux mêmes forces que leur morphologie externe. La première est dominée par des forces moléculaires considérables que nous ne sommes le plus souvent pas en mesure d'évaluer, et qui se manifestent dans le gonflement du plasma, dans les phénomènes d'imbibition



Fig. 14.

Paroi tangentielle d'une trachéide d'automne montrant des striations spiralées rendues visibles par le dépôt de petits cristaux de iodé consécutif au traitement par le iodure de potassium iodé. Gross. 750/1. (D'après Bailey [2], fig. 7.)

et d'adsorption, dans la pression osmotique, forces, qui tous ensemble conditionnent le fonctionnement physiologique de l'organisme.

Malgré les conquêtes de la morphologie expérimentale, nombre de particularités concernant la morphologie interne des végétaux et la structure de leurs éléments constitutifs nous restent incompréhensibles. Il ne nous est même pas toujours possible de deviner leur signification physiologique.

Zurich, Institut de physiologie végétale de l'Ecole polytechnique fédérale.

#### Index bibliographique.

1. Bailey, I. W. and Kerr, Thomas : The visible structure of the secondary wall of tracheary cells and fibers. *Journal of the Arnold Arboretum*, Vol. XVI, p. 274—300, pl. 140—149 with 27 fig., Cambridge (U. S. A.) 1935.
2. — and Vestal, Mary R. : The orientation of cellulose in the secondary wall of tracheary cells. *Journal of the Arnold Arboretum*, Vol. XVIII, p. 185—195, pl. 206—208 with 14 fig., Cambridge (U. S. A.) 1937.
3. — I. W. : Some salient lines of specialization in tracheary pitting I. Gymnospermae. *Annals of Botany*, Vol. XXXIX, p. 587—598, pl. XIV and XV, 1925.

4. Jaccard, P. und Frey, A.: Einfluss von mechanischen Beanspruchungen auf die Micellarstruktur. Verholzung und Lebensdauer der Zug- und Druckholzelemente beim Dickenwachstum der Bäume. Jahrb. wiss. Botanik, Bd. 68, S. 844—866, 15 Tafeln, 1928.
  5. Jaccard, P.: Über Versuche zur Bestimmung der Zellsaftkonzentration in der Kambialzone beim exzentrischen Dickenwachstum. II. Jahrb. wiss. Botanik, Bd. 81, S. 35—58, 3 Fig., 1934.
  6. — Exzentrisches Dickenwachstum und anatomisch-histologische Differenzierung des Holzes. Ber. Schweiz. Bot. Ges., Bd. 48, S. 491—537, 3 Tafeln, 1938.
  7. Münch, E.: Statik und Dynamik des schraubigen Baues der Zellwand, besonders des Zug- und Druckholzes. Flora, Bd. 32, S. 357—424, Jena 1938.
  8. Ohara, K.: Diagnostischer Wert der Markstrahltüpfel für die Erkennung der Holzarten und der Feinstruktur der Tracheidenmembran. Japanisch mit deutschem Resumé. Nogoya 1938.
-