

Le retrait et le gonflement du bois

Autor(en): **Vodoz, Jean**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal
= Journal forestier suisse**

Band (Jahr): **104 (1953)**

Heft 10

PDF erstellt am: **08.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-767591>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Le retrait et le gonflement du bois

Par *Jean Vodoz*, ing. forestier, Zurich

(31.22.2)

Le problème du retrait et du gonflement du bois étant extrêmement important pour l'utilisation de ce matériau, il nous a paru opportun d'y revenir. A en juger par les travaux publiés à l'étranger, quelques résultats intéressants semblent avoir été obtenus dans la lutte contre la rétractabilité, mais ils sont encore loin d'être satisfaisants. Il n'y a guère lieu de s'en étonner, car tant que l'on ne connaîtra pas exactement l'origine de la rétractabilité, il ne sera pas possible, à moins d'un hasard, de la supprimer.

Ayant eu l'occasion de poursuivre une série d'expériences dont le but était de déterminer les coefficients de retrait de quelques essences, nous nous sommes pleinement rendu compte, non seulement de la complexité et de l'étendue du problème, mais aussi de la difficulté, souvent même de l'impossibilité de diviser le problème d'ensemble en plusieurs problèmes partiels, tellement ceux-ci sont enchevêtrés. Il y a quelques auteurs qui ont le don d'exposer des problèmes de ce genre comme s'ils étaient entièrement résolus, mais il suffit d'étudier et de comparer plusieurs ouvrages traitant ce sujet, pour s'apercevoir que nos connaissances réelles sont bien minimes. Ce qui frappe également, c'est le nombre assez restreint d'ouvrages fondamentaux et de théories originales par rapport au grand nombre de copies et d'adaptations souvent bien exagérées.

Nous donnerons tout d'abord un très rapide aperçu des quelques lois fondamentales citées par les traités pratiques de technologie du bois, ce qui nous permettra de situer le problème, puis nous reprendrons quelques questions particulièrement importantes en nous efforçant de remonter à l'origine des phénomènes observés. Ainsi, nous verrons jusqu'où vont nos connaissances actuelles, et quelles sont les théories qui leur succèdent.

Le bois contient toujours une certaine proportion d'eau que l'on indique en pour-cent d'humidité, et qui se présente sous deux formes: l'eau libre qui se trouve à l'état liquide à l'intérieur des cellules et l'eau de saturation (appelée également eau d'imprégnation) qui est retenue par les membranes cellulosiques. Lors du séchage du bois vert, l'eau libre disparaît la première. Le taux d'humidité qui correspond au moment où, seules, les parois des cellules restent imbibées d'eau, l'eau libre ayant disparu, est désigné sous «point de saturation des fibres». Il se place aux environs de 30 % et varie fortement selon les essences. Dès que le taux d'humidité descend en dessous du point de saturation, le bois diminue de volume, il se rétracte; mais s'il reprend de l'humidité, il gonfle.

Les variations atmosphériques provoquent des fluctuations correspondantes dans la teneur en eau du bois exposé à l'air. Si, par contre, la

température et l'humidité de l'air restent stables, il s'établit avec le temps un état d'équilibre entre le pouvoir d'absorption du bois et le pouvoir d'évaporation de l'atmosphère. Dans cet état, la teneur en eau du bois reste constante et celui-ci ne change pas de volume.

Le retrait ne s'exerce pas également selon les trois directions du bois: minime dans le sens axial, il est important dans le sens transversal et deux à trois fois plus grand dans le sens tangentiel que dans le sens radial. A chaque degré d'humidité du bois correspond un état volumétrique déterminé, ce qui permet en mesurant d'obtenir des coefficients de retrait pour chaque direction. Ces coefficients varient avec les essences et pour une même essence, avec la provenance du bois.

La première question que nous étudierons est de savoir *comment le bois sec absorbe de l'humidité*. De nombreux savants ont cherché à l'expliquer, mais aucun d'eux n'est encore parvenu à trouver une solution vraiment satisfaisante. Une certaine unanimité d'opinion ne semble exister que pour la première phase de l'absorption, alors que pour les taux d'humidité plus élevés, l'incertitude est encore complète. C'est pour cette raison que nous étudierons la question à partir du bois sec.

La plupart des théories se basent sur la structure submicroscopique du bois, telle que l'a établie F r e y - W y s s l i n g , ainsi que sur le pouvoir hygroscopique de la cellulose. D'après H e r m a n s , par exemple, ce sont avant tout les groupes oxydriles des régions amorphes du système micellaire qui cherchent à se saturer de molécules d'eau, et il prétend même que le pouvoir d'adsorption de la cellulose est fonction de la quantité de zones amorphes.

K o l l m a n n reprend cette même thèse et la désigne par «chemosorption». Cependant, il ajoute à l'hygroscopicité des zones amorphes, celle des groupes oxydriles situés en surface des micelles et qui, par leur situation, ne seraient pas en état de se saturer mutuellement comme ceux qui sont situés à l'intérieur des micelles. Depuis que K a t z a prouvé à l'aide de rayons X que l'eau ne pénètre pas à l'intérieur des micelles, il est établi qu'il ne peut s'agir que d'une adsorption intermicellaire. Cette «chemosorption» prendrait fin dès l'instant où tous les groupes oxydriles seraient saturés, ce qui correspondrait à une humidité du bois d'environ 6 %. K o l l m a n n relève cependant que ce taux d'humidité n'a qu'une valeur tout à fait relative, car non seulement beaucoup de groupes oxydriles sont si rapprochés les uns des autres qu'ils peuvent se saturer mutuellement, mais d'autres qui ne sont pas saturés, peuvent être recouverts par des incrustations de lignine et par conséquent ne plus être accessibles à l'eau. D'autre part, comme le précise également B a r k a s , de nombreux groupes oxydriles peuvent être arrachés les uns des autres pendant l'adsorption par des tensions internes dues au gonflement et rendus ainsi accessibles.

Pour des taux d'humidité supérieurs à 6%, K o l l m a n n fait intervenir l'adsorption proprement dite. Celle-ci serait due à l'immense surface interne des parois cellulaires dont l'ordre de grandeur serait d'environ $2 \cdot 10^6$ cm²/g. Ce qui complique énormément, c'est que cette surface interne n'est pas plane, mais qu'elle se compose au contraire de tout un système hétérocapillaire, dont les diamètres varient, selon F r e y - W y s s l i n g, entre 10 et 100 Å (1 Å = 10^{-8} cm). Les plus petits diamètres sont à peine plus grands que les molécules d'eau (3,2 Å). L a n g m u i r a établi une théorie sur la variation des forces d'adsorption en fonction de la structure moléculaire des surfaces internes. Nous la résumerons en disant qu'elle cherche à prouver que les forces d'adsorption ne sont pas également réparties sur toute la surface, mais qu'elles sont concentrées en certains points déterminés. K o l l m a n n admet qu'à partir d'un taux d'humidité d'environ 15%, l'adsorption est remplacée peu à peu par de la condensation capillaire. Par contre, T a r k o w qui se base sur les travaux de B r u n a u e r, E m m e t et T e l l e r, fait intervenir une adsorption multimoléculaire, d'après laquelle l'humidité se condenserait sur la surface interne du bois en une première couche, sur laquelle se condenserait une autre couche, et ainsi de suite un nombre de fois indéterminé. Citons encore que B a r k a s a cherché à se rapprocher du fond de la question en admettant que les parois cellulaires sont soumises aux mêmes lois qu'un gel. Il admet que sous l'effet de l'humidité, la membrane cellulaire a tendance à former une solution pure (comparable à une solution de glucose) mais dont la dispersion totale serait rendue impossible par la structure en chaîne des molécules de cellulose. Il appuie sa théorie en démontrant la concordance entre les réactions d'un gel et le fait que l'équilibre hygroscopique du bois est abaissé sous l'effet d'une contrainte mécanique.

Comme nous l'avons remarqué précédemment, la première phase de l'adsorption par hydrolyse des groupes oxydriles de la cellulose, semble être établie sur des bases sûres, alors que pour les phases suivantes, les divergences d'opinion se multiplient, si bien que nos connaissances finissent par relever plus de l'hypothèse que de la certitude.

Voyons maintenant *ce qui provoque le gonflement du bois*. Pour H e r m a n s, il est dû à l'écartement des chaînes cellulosiques des régions amorphes. K o l l m a n n, par contre, prétend que l'eau pénétrant dans les régions amorphes ne fait que remplir les vides, et que le gonflement ne se manifeste que dès l'instant où l'eau s'infiltré entre les micelles et les écarte. Il cherche à prouver sa théorie par le fait que des mesures très poussées ont montré que le coefficient de retrait spécifique était légèrement inférieur entre 0 et 3% d'humidité à celui obtenu entre 3 et 6%. Alors qu'on ne tient généralement compte que du pouvoir hygroscopique de la cellulose contenue avant tout dans l'épaisse paroi

secondaire, Frey - W y s s l i n g rappelle la forte concentration de pectines dans la lamelle moyenne et attribue à leur hygroscopicité une partie du gonflement. (Le terme lamelle moyenne désigne la couche complexe qui se compose des parois primaires des cellules adjacentes et de la couche intermédiaire.)

D'après T r e n d e l e n b u r g , le gonflement est fonction de la quantité d'eau absorbée. Celle-ci croît avec le nombre de vides intermicellaires d'où il conclut que les bois lourds, dont les parois sont plus épaisses, gonflent plus que les bois légers à parois minces. La confrontation des résultats d'innombrables séries d'expériences a montré qu'il existe effectivement une relation assez bonne entre le poids du bois et son retrait volumétrique. Toutefois des mesures très précises ont montré que contrairement à ce que l'on croyait, le volume du bois gonflé était légèrement inférieur à celui obtenu par l'addition du volume du bois anhydre plus celui de l'eau absorbée. N ä g e l i pensait que c'étaient les micelles qui étaient comprimées par le gonflement, mais il a été prouvé que leur caractère cristallin ne subissait aucune modification sous l'effet du gonflement. V o l b e h r attribue ce phénomène à une compression de l'eau elle-même. Elle serait comprimée probablement par l'effet d'une ordonnance particulière de ses molécules à la surface des micelles. S t a m m et H a n s e n ont calculé que cette compression devait être d'environ $0,03 \text{ cm}^3/\text{g}$ pour du bois saturé.

Le gonflement du bois prend fin à l'instant où les membranes des cellules sont saturées d'eau. En principe, l'eau libre peut s'accumuler ou disparaître sans provoquer de variation dans le volume apparent du bois. Celui-ci se rétracte dès l'instant où son humidité descend en dessous du taux de saturation, donc dès l'instant où sa teneur en eau d'imprégnation diminue. Il en est de même des principales caractéristiques mécaniques du bois telles que la résistance à la flexion, à la compression, à la traction, les modules d'élasticité, la conductibilité thermique et électrique qui sont elles aussi fonction de l'humidité du bois, mais ceci seulement en dessous du taux de saturation.

Vu l'importance pratique du *taux de saturation*, T r e n d e l e n b u r g a cherché à s'en rapprocher en confrontant les résultats de nombreux travaux. Il a trouvé des taux qui varient entre 22 et 35 % et a cherché à établir une relation entre ces différences énormes et le caractère anatomique et la duraminisation du bois. A cet effet, il a réparti les différentes essences en cinq classes de même caractère anatomique et a trouvé des taux de saturation à peu près correspondants:

- | | |
|---------------------------------------------------|-----------------|
| 1° feuillus à pores disséminés, sans bois de cœur | 32—35 % et plus |
| 2° résineux sans bois de cœur, ainsi que l'aubier | |
| des résineux avec bois de cœur | 30—34 % |

3° résineux avec bois de cœur fortement coloré:	
a) à faible teneur en résine	26—28 ‰
b) à forte teneur en résine	22—24 ‰
4° bois à zone poreuse avec bois de cœur forte-	
ment coloré	22—24 ‰

K o l l m a n n s'appuie sur la thèse de la duraminisation émise par T r e n d e l e n b u r g — le potentiel hygroscopique du bois qui s'exprime par le produit «surface interne \times affinité» est diminué par l'incrustation de lignine, de résine, de cire ou de tanin dans les vides intermicellaires — mais d'autre part il développe sa propre théorie de l'adsorption. Selon lui, la grande ressemblance des isothermes d'adsorption des différentes essences est due à l'identité de leur constitution chimique et de leur structure submicroscopique, ce qui prouverait que les propriétés d'attraction chimique et d'adsorption sont à peu près les mêmes pour toutes les essences. Ce n'est qu'au stade de la condensation capillaire que les différences dans le nombre et les dimensions des vides intermicellaires provoquent les variations qui mènent finalement aux différents taux de saturation cités par T r e n d e l e n b u r g. D'autres, tels que W i l s o n ou M i t r a ont cherché à obtenir le taux de saturation en déterminant le taux d'humidité qui correspond au point de départ des variations de la conductibilité électrique ou des qualités mécaniques du bois. Or, chose étonnante, les résultats obtenus de cette façon ne correspondent pas d'une manière satisfaisante à ceux de T r e n d e l e n b u r g. Quant à G r e e n h i l l qui a repris une ancienne définition selon laquelle le taux de saturation correspondrait au taux donné graphiquement par l'intersection de la ligne de retrait zéro et le prolongement de la partie droite de la courbe du retrait, il a trouvé des chiffres qui sont, eux aussi, différents de ceux de T r e n d e l e n b u r g ou de W i l s o n et M i t r a. Il a même constaté que pour une même éprouvette, le taux de saturation obtenu par le retrait tangentiel était plus élevé que celui obtenu par le retrait radial.

Nous voici, une fois de plus, arrivés au point où les possibilités actuelles d'explication tarissent et où l'on ne peut à nouveau que s'étonner de l'incroyable complexité du matériau bois pourtant composé de si peu d'éléments différents.

Voyons maintenant *d'où provient l'anisotropie du retrait et du gonflement du bois*. Cette question a attiré l'attention d'un nombre considérable de spécialistes et les théories sont nombreuses, mais là de nouveau, personne n'est encore parvenu à résoudre le problème entièrement. Considérons tout d'abord uniquement la différence entre le retrait radial et le retrait tangentiel.

D'après M ö r a t h , l'anisotropie diminue pour les bois de forte densité. La forte anisotropie des bois légers serait due à la com-

pressibilité de leur bois de printemps. En effet, *Beiser*, après avoir mesuré les dimensions des cellules et de leurs lumières sur des coupes microscopiques de sapin et de hêtre, à l'état sec et après le gonflement, a fait les constatations suivantes: Dans le sens tangentiel, les dimensions des cellules et de leurs lumières augmentent, alors que dans le sens radial cette augmentation reste minime. Les cellules du bois de printemps peuvent même ne pas se dilater du tout, voire même légèrement se rétrécir. Quant aux vaisseaux de hêtre, ils s'élargissent considérablement dans le sens tangentiel et faiblement dans le sens radial. Plus tard, *Vintila* détermina le coefficient de retrait de quatre résineux en isolant le bois de printemps du bois d'automne. Il trouva que le retrait tangentiel du bois d'automne, exprimé en valeur absolue, était toujours plus élevé que celui du bois de printemps, mais que par contre, c'était le bois de printemps qui se rétractait le plus en proportion de son poids. Il ressort également de son étude que l'anisotropie est plus grande pour le bois de printemps qui est un bois léger que pour le bois d'automne qui est beaucoup plus lourd. En effet, pour le bois d'automne le retrait radial est presque égal au retrait tangentiel, alors que pour le bois de printemps, le retrait tangentiel peut être de deux à trois fois plus important que le retrait radial. Cette constatation pourrait nous rapprocher de la thèse de *Mörrath* selon laquelle l'anisotropie diminue pour les bois lourds, mais nous ne pourrions tirer cette parallèle avant de savoir pourquoi le bois de printemps et le bois d'automne d'une même essence réagissent différemment.

Bailey et *Vestal* en ont cherché l'explication dans le fait que les micelles étaient plus fortement déviées dans les parois radiales que tangentielles et plus fortement dans le bois de printemps que dans le bois d'automne. A quoi *Trendelenburg* ajoute que cette différence d'inclinaison est encore augmentée dans le bois de printemps par l'abondance de ponctuations aréolées, contournées par les micelles, alors que celles-ci sont moins déviées par les ponctuations simples du bois d'automne. La théorie qui attribue l'anisotropie du gonflement à l'inclinaison des micelles a trouvé un très grand nombre d'adeptes et de nombreux travaux cherchent à en prouver la validité. Récemment *Frey-Wyssling* en a démontré clairement les faiblesses et a lancé une idée nouvelle d'après laquelle la structure submicroscopique de la paroi secondaire ne jouerait qu'un rôle négligeable; la plus ou moins grande épaisseur de cette paroi ne ferait que déterminer l'importance du retrait et du gonflement, mais l'anisotropie serait due aux différents nombres de parois cellulaires dans le sens radial et tangentiel qui provient de l'aplatissement des cellules du bois d'automne et d'autre part, de la différence d'épaisseur de la paroi intermédiaire. Il a en effet constaté que pour le bois d'automne de certains résineux, la lamelle moyenne radiale était jusqu'à deux

fois plus épaisse que la tangentielle. Rappelons que Frey - Wyssling attribue le pouvoir de retrait et de gonflement de la lamelle moyenne à sa forte teneur en pectines.

Une autre école représentée par Nördlinger, Clarke, Perelgyn cherche à prouver que ce sont les rayons ligneux qui sont à l'origine de l'anisotropie. Perelgyn a isolé des rayons ligneux de plusieurs essences et a mesuré leur retrait en épaisseur. Il a trouvé pour une éprouvette de chêne dont le retrait tangentiel était de 10,7 % que le retrait en largeur des rayons ligneux seuls était de 23,6 % alors que le retrait tangentiel du bois situé entre les rayons n'était que de 8,7 %. Comme il n'a pu isoler que les grands rayons, il admet que si l'on pouvait également isoler les nombreux rayons plus petits, le contraste entre le retrait du bois complet et celui du bois sans rayons serait encore plus prononcé. D'après lui, l'anisotropie serait due avant tout au très fort retrait transversal des rayons ligneux combiné avec le retrait tangentiel élevé du bois d'automne. Pour Frey - Wyssling, ce ne sont pas les rayons en eux-mêmes qui sont la cause de l'anisotropie, mais le fait que par la disposition des rayons et la forme allongée de leurs cellules, le nombre de membranes est plus grand transversalement que radialement. Vintila attache lui aussi de l'importance à l'effet des rayons ligneux tout en émettant une thèse contraire à celle de Perelgyn. Pour lui, l'effet des rayons ne se manifeste que pour du bois de faible densité tel que le bois de printemps, mais il est rendu nul pour du bois aussi lourd que le bois d'automne. Toutefois, il ne précise pas si l'effet des rayons consiste en une augmentation du retrait tangentiel ou en une contrainte du retrait radial, due à leur faible retrait longitudinal. Kissler reprend la thèse selon laquelle le pouvoir de retrait et de gonflement d'un bois diminue en fonction de son degré de lignification. A l'aide d'une très subtile différenciation par coloration de coupes microscopiques, il est parvenu à déterminer les degrés de lignification des différents éléments de quelques essences. Il a trouvé que les éléments du bois qui sont généralement le plus fortement lignifiés sont les vaisseaux, le parenchyme ligneux et les rayons ligneux. Il y voit, contrairement à la théorie de Perelgyn, la raison du faible retrait de ces derniers, leur rigidité et leur effet de contrainte sur le retrait radial.

Comme exception confirmant la règle, il cite le tilleul qui, malgré un coefficient de retrait assez élevé, est très apprécié en sculpture sur bois en raison de sa faible anisotropie due à un retrait radial particulièrement élevé. Or Kissler a trouvé que les rayons ligneux du tilleul étaient très faiblement lignifiés, ce qui leur conférait une grande souplesse et évitait une contrainte du retrait radial. C'est en cherchant à déterminer l'orientation des micelles des fibres et des rayons ligneux du tilleul, également, que Ritter et Mitchell ont découvert que, contrairement à ce que

L'on croyait alors, les micelles des rayons n'étaient pas orientées dans le sens de la longueur de ces cellules, mais en travers, donc dans le sens des fibres. Ils en concluent que les rayons du tilleul doivent avoir un fort retrait dans le sens radial de l'arbre et un très faible retrait dans le sens des fibres. Cette nouvelle constatation expliquerait d'une autre façon la faible anisotropie du retrait du tilleul, toutefois R i t t e r et M i t c h e l l ne peuvent s'empêcher de prétendre, sans le prouver, qu'il doit en être de même pour les rayons des autres essences!

Une nouvelle théorie cherchant à expliquer toujours cette même anisotropie, a été émise tout dernièrement par K e y l w e r t h. Il met l'anisotropie du retrait en relation directe avec l'anisotropie des modules d'élasticité des différentes essences et rejette aussi bien l'influence de l'inclinaison des micelles que celle de l'épaisseur des parois intermédiaires, du degré de lignification ou encore de l'épaisseur et du retrait des rayons ligneux. Les bois qui ont une faible anisotropie d'élasticité ont aussi une faible anisotropie de retrait. Le degré d'anisotropie serait déterminé par la structure anatomique du bois et il attribue aux rayons ligneux un effet d'ordonnance et de raidissement. D'autre part, lors du retrait, les cellules seraient déformées par des tensions internes, et par suite du raidissement radial, cette déformation s'effectuerait surtout dans le sens tangentiel.

Et maintenant, voyons rapidement ce qu'il en est du *retrait longitudinal*. Par la force des choses, nous retrouverons les mêmes théories qu'auparavant, par exemple, celle qui veut que l'anisotropie du retrait soit due à l'inclinaison des micelles. Comme le gonflement est dû à leur écartement latéral, plus leur inclinaison sera grande et plus la cellule s'allongera. H a r t i g avait déjà trouvé que le bois de compression avait un coefficient de retrait longitudinal particulièrement élevé et il s'est révélé par la suite que l'inclinaison de ces micelles était plus grande que dans le bois normal. D'autre part, le bois de printemps a un retrait longitudinal plus élevé que le bois d'automne, ce qui correspondrait à la plus grande inclinaison de ses micelles. Ce qui trouble un peu la clarté de ces théories, c'est que V i n t i l a a trouvé que pour les résineux qu'il a étudiés, tant pour le bois de printemps que pour le bois d'automne, le retrait longitudinal est inversement proportionnel à la densité du bois. Ainsi un bois de printemps léger se rétracte plus dans le sens des fibres qu'un bois de printemps plus lourd et il en va de même pour le bois d'automne.

Selon la théorie de F r e y - W y s s l i n g, le retrait longitudinal est, lui aussi, déterminé par le nombre de membranes cellulaires dans le sens axial. Non seulement les fibres sont beaucoup plus longues que larges, mais par exemple celles des résineux sont plus longues que celles des feuillus, ce qui expliquerait pourquoi le retrait longitudinal des ré-

sineux est inférieur à celui des feuillus. En prenant la moyenne de 41 essences feuillues, il trouve un retrait axial de $0,49 \pm 0,2-0,9$ ‰ et pour 23 essences résineuses un retrait de $0,29 \pm 0,1-0,4$ ‰.

Comme nous avons pu le constater lors de nos propres expériences, le retrait longitudinal est très fortement influencé par la forme des éprouvettes (voir à ce propos sous lit. 3). Il doit probablement s'agir de tensions internes dues au retrait radial et tangentiel; leur effet peut même provoquer momentanément un retrait négatif, c'est-à-dire que le bois peut augmenter sa dimension longitudinale en perdant de l'humidité!

Notre but n'était pas de faire ressortir les lacunes de la science en face du problème du retrait et du gonflement du bois; mais nous voulions simplement donner une idée des difficultés que l'on rencontre dès que l'on quitte les faits pour remonter à leur origine. Nous avons également vu combien de problèmes doivent encore être résolus avant que l'on puisse prétendre savoir pourquoi et comment le bois se rétracte!

Zusammenfassung

Das Schwinden und Quellen des Holzes

Es wurde versucht, die heute noch aktuelle Frage des Schwindens und Quellens des Holzes vom theoretischen Standpunkt aus zu betrachten. Nach einem kurzen Überblick über die wichtigsten praktischen Erkenntnisse wurden einige Einzelfragen behandelt.

Wie nimmt trockenes Holz Feuchtigkeit auf? Nach *Hermanns* beruht diese Feuchtigkeitsaufnahme auf dem Adsorptionsvermögen der ungesättigten Hydroxylgruppen der Zellulose. *Kollmann* spricht von Chemosorption, Adsorption und Kapillarkondensation. *Tarkow* ersetzt die Kapillarkondensation durch eine multimolekulare Adsorption.

Die Frage nach den Ursachen der Quellung führt zu verschiedenen Problemen, wie zum Beispiel dem mizellaren Aufbau der Zellwand oder zum Problem der Volumenkontraktion.

Sehr umstritten ist der Begriff der Fasersättigung. Die Theorien von *Trendelenburg*, *Kollmann*, *Wilson*, *Mitra* und *Greenhill* werden miteinander verglichen.

Auch der Versuch, die Schwindanisotropie zu erklären, ist oft unternommen worden. *Möraith* und *Vintila* suchen ihre Ursache im mikroskopischen Aufbau, *Bailey*, *Vestal* und *Trendelenburg* in der Neigung der Mizellspiralen. *Frey-Wyßling* erwähnt die Dickenunterschiede der Mittelschicht in tangentialer und radialer Richtung. *Nördlinger*, *Clarke* und *Perelgyn* untersuchen den Einfluß der Markstrahlen. *Kisser* sucht eine Parallele zwischen der Schwindanisotropie und dem Verholungsgrad der einzelnen Aufbauelemente des Holzes, während *Keylwert* die Schwindanisotropie der Anisotropie des Verformungsmaßes zuschreibt.

Schließlich wird das Längsschwinden im Lichte dieser verschiedenen Theorien kurz behandelt.

Aus diesem Artikel läßt sich schließen, daß unser Wissen in der Frage nach den Ursachen des Schwindens und Quellens des Holzes noch ziemlich lückenhaft ist.

Bibliographie

Une bibliographie de 76 ouvrages a été rassemblée dans la publication de H. Kühne et J. Vodoz, citée ci-après sous chiffre 3. Aussi nous bornerons-nous à n'indiquer ici que les quelques ouvrages qui n'y figurent pas, mais qui ont également été utilisés lors de cette étude.

1. *Brown, H.-P., Panshin, A.-J., Forsaith, C.-G.*: Textbook of wood technology. (McGraw-Hill Book Company, Inc., 1949.)
2. *Kisser, J.*: Mikroskopische Untersuchungen über den Verholungsgrad und die Membrandichte der Holzelemente. (Sonderdruck des «Internationalen Holzmarktes», 1949.)
3. *Kühne, H., Vodoz, J.*: Über das Schwinden und Quellen einiger schweizerischer Hölzer. (Laboratoire fédéral d'essai des matériaux et institut de recherches — Industrie, génie civil, arts et métiers, Zurich. Rapport n° 179.)
4. *Ritter, Geo.-J., Mitchell, R.-L.*: Crystal Arrangement and Swelling Properties of Fibers and Ray Cells in Basswood Holocellulose. (Paper Trade Journal, February 1939, Vol. CVIII, No. 6.)
5. *Tiemann, H.-D.*: Wood technology. (Pitman Publishing Corp., New York, 2nd ed., 1944.)

Über forstliche Begriffe im Wandel forstlicher Anschauungen

Von Landforstmeister Dr. Dannecker, Stuttgart

Begriffe, die wir bilden, sind nicht ein Produkt nur des menschlichen Denkens und daher nicht Reales, sie sind vielmehr im Sinne von *Kant* stets das Ergebnis der Vereinigung zweier ihrem Ursprung nach ungleichartiger Elemente, nämlich des Angeschauten und des Gedachten; in der Begriffsbildung tut sich ein von *Kant* entdeckter, den Menschen biologisch kennzeichnender Vorgang kund. Auf Begriffe baut sich nach *Kant* unser ganzes Wissen auf; Begriffe sind das Rüstzeug aller Wissenschaft. Mit diesen Sätzen ist die große Bedeutung der Begriffsbildung auch für das forstwirtschaftliche Gebiet gekennzeichnet. Sowohl Wissenschaft als Praxis sollten sich auf Begriffe stützen können, die sich aus den Erkenntnissen und Erfahrungen eines zurückliegenden Zeitabschnitts ableiten.

Wenn *J. B. Köstler* in seinem «Waldbau» vermerkt, die vor einem Jahrhundert eingebürgerte Vorstellung: Waldbau sei Holzanbau, habe in ihrer allgemeinen Form nicht nur zu verfehlten Problemstellungen und wirtschaftlichen Fehlleitungen geführt, sondern auf großen Flächen den gesunden Aufbau der Wälder zerstört, oder wenn *Zentgraf*¹ feststellt: «als man den Ausdruck „Waldbau“ wählte, haben

¹ Waldbau 1951, S. 4.