

**Zeitschrift:** Journal forestier suisse : organe de la Société Forestière Suisse  
**Herausgeber:** Société Forestière Suisse  
**Band:** 61 (1910)  
**Heft:** 4

**Artikel:** Recherches expérimentales sur les propriétés physiques des bois  
**Autor:** [s.n.]  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-785251>

#### 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:** 24.01.2026

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

# JOURNAL FORESTIER SUISSE

ORGANE DE LA SOCIÉTÉ DES FORESTIERS SUISSES

61<sup>me</sup> ANNÉE

AVRIL 1910

N<sup>o</sup> 4

## Recherches expérimentales sur les propriétés physiques des bois.

### I.

De tous les matériaux employés dans l'industrie ou dans les constructions, il n'en est point je pense qui présentent une aussi grande variabilité que le bois, il en est peu d'ailleurs qui se prêtent à des usages aussi divers.

Cette grande variabilité qui se manifeste, entr'autres, dans les propriétés mécaniques des bois, résulte non seulement de leur structure particulière, mais dépend aussi des conditions qui influent sur leur degré d'humidité.<sup>1</sup>

Il est tout naturel qu'elle s'observe entre espèces différentes, mais elle n'est guère moins grande entre individus de la même espèce, ainsi qu'entre diverses parties d'un même individu c'est pourquoi, les constructeurs ont été conduits à substituer de plus en plus au bois soit les métaux, soit le béton, dont il est plus facile d'obtenir des types à peu près constants, ou tout au moins, chez lesquels les écarts de résistance n'atteignent pas l'amplitude qu'ils présentent dans le bois.

Il est probable cependant qu'une connaissance plus approfondie des propriétés physiques des diverses espèces de bois et des causes qui influent sur leur résistance permettrait de les utiliser d'une façon à la fois plus rationnelle et plus économique.

Pour répondre à cette idée diverses recherches ont été entreprises dans les principaux Laboratoires d'essais des matériaux en Europe et en Amérique.

A l'occasion des expositions nationales de Zurich en 1883 et de Genève en 1896, l'Etablissement fédéral pour l'essai des matériaux,

<sup>1</sup> A ces causes de variations qu'on peut appeler *normales*, s'en ajoutent d'autres telles que la pourriture, les fentes de dessication, les galeries de larves, etc., qui constituent à proprement parler des *défauts*.

alors dirigé par le prof. L. Tetmajer réalisa une série d'essais méthodiques en vue de déterminer la résistance des principales essences forestières indigènes employées dans la construction. Il s'agissait surtout d'établir dans quelle mesure, l'altitude, l'aire de croissance, la nature du terrain (calcaire, molasse, gneiss ou granite), enfin l'exposition et l'âge, influent sur la résistance des bois à la compression, à la flexion, au cisaillement, à la traction.<sup>1</sup>

Les espèces examinées à cette occasion furent l'épicéa (*Picea excelsa*), le pin silvestre (*Pinus silvestris*), le sapin blanc *Abies pectinata* (*syn. alba*), le hêtre (*Fagus silvatica*) et le chêne (*Quercus pedunculata*).

Tetmajer arriva aux conclusions suivantes:

1<sup>o</sup> en ce qui concerne la résistance à la compression<sup>2</sup> les espèces sus-mentionnées se classent dans l'ordre suivant:

	Valeurs moyennes	Valeurs extrêmes
Pin silvestre	228 kg. par cm <sup>2</sup>	206—251 kg.
Epicéa	283    "    "    "	198—388    "
Sapin blanc	282    "    "    "	182—359    "
Mélèze	312    "    "    "	263—384    "
Chêne	328    "    "    "	319—337    "
Hêtre	304    "    "    "	— —

Comme nous aurons l'occasion de le voir par la suite, ces chiffres sont loin d'avoir une valeur générale; ils ne concernent qu'un nombre restreint d'individus (8 à 10 au plus pour chaque espèce), aussi, pas plus les valeurs moyennes que les valeurs extrêmes sus-indiquées ne peuvent servir de norme pour ces espèces.

L'influence de la nature du sol n'a pu être établie clairement faute d'un matériel suffisant; nous verrons d'ailleurs que pour chaque espèces l'influence de la nature du sol est subordonnée à celle de l'aire de croissance. A cet égard les recherches de Tetmajer ont établi que les diverses résistances de l'épicéa, ainsi que sa „capacité de travail“ (Arbeitsvermögen) augmentent au-dessus de 1300 mètres d'altitude, tandis que l'inverse se produit pour le sapin blanc.

<sup>1</sup> Prof. L. Tetmajer. Methoden und Resultate der Prüfungen der schweiz. Bauhölzer. Mitteilungen der Materialprüfungs-Anstalt am schweiz. Polytechnikum in Zürich. 1896.

<sup>2</sup> Pour plus de simplicité, nous n'envisagerons dans ce travail guère que celle-là.

Cette conclusion montre nettement que le degrés optimum de résistance de ces deux espèces est en relation avec leur distribution altitudinale naturelle. Bien que dans nos Alpes le mélèze s'élève très haut et occupe volontiers les versants ensoleillés, Tetmajer constate que sa résistance comme celle du sapin *diminue au-dessus de 1300 mètres d'altitude*, et atteint sa valeur maximum *sur le versant nord*, ainsi d'ailleurs que c'est le cas pour le sapin blanc et pour l'épicéa.

Pour le hêtre, le chêne et le pin, les essais ont été trop peu nombreux pour être concluants.

Il ressort en outre des chiffres publiés par Tetmajer que, d'une façon générale, la résistance des parties périphériques du tronc est plus forte que celle des portions centrales, ce qui revient à dire que, dans le matériel examiné, la résistance augmente avec l'âge. Cette différence est beaucoup moins marquée chez les feuillus que chez les résineux où les portions périphériques ont en moyenne une résistance à la flexion de 16 % supérieure et une capacité de travail de 39 % plus grande que celles des parties centrales des mêmes troncs.

Chez l'épicéa, ces différences s'atténuent au-dessus de 1300 m ce qui n'est pas le cas pour le sapin blanc.

\* \* \*

R. Hartig à la suite de nombreux travaux publiés ou inspirés par lui, pose en principe que non seulement la résistance, mais toutes les propriétés physiques des bois sont en relation directe avec leur poids spécifique.

Ce point de vue est, dans une certaine mesure, confirmé par le professeur Bauschinger<sup>1</sup> qui, de ses essais sur l'épicéa et le pin silvestre conclut: <sup>2</sup> que des troncs du même âge ayant le même diamètre, c'est-à-dire, ayant crû également vite ont, indépendamment de la station d'où ils proviennent, les mêmes propriétés mécaniques pour le même pour cent d'humidité; inversément, ceux

<sup>1</sup> Mitteilungen aus dem technischen Laboratorium. München 1883.

<sup>2</sup> Voir aussi, même publication Heft XVI. 1887, Bauschinger., „Untersuchungen über die Elastizität und Festigkeit verschiedener Nadelhölzer“ où l'auteur établit par de nombreuses courbes entre poids spécifique, résistance à la pression et degré d'humidité.

qui ont un diamètre plus gros, c'est-à-dire qui ont crû plus rapidement, ont une résistance plus faible.

Cette proportionalité entre propriétés mécaniques et poids spécifique, qui, d'une façon toute générale existe „grossso modo“ est cependant loin d'être rigoureuse. Ce travail était déjà composé lorsque a paru le très important mémoire de G. Janka „*Recherches sur les propriétés mécaniques des bois croissant en Autriche III Epicéa*“, que nous avons analysé dans le précédent N° du Journal forestier. Janka montre que chez l'épicéa d'une façon générale, à l'exception du „bois rouge“, les propriétés mécaniques croissent régulièrement avec le poids spécifique.

Le poids spécifique n'est que la résultante de nombreux facteurs qu'il est difficile, pour ne pas dire presque impossible à l'heure qu'il est, d'évaluer séparément, c'est pourquoi, comme le fait remarquer H. Mayr<sup>1</sup>, il est aussi peu certain de déduire la résistance probable d'un bois uniquement d'après son poids spécifique que de prédire le temps d'après la pression atmosphérique seule.

On sait en effet que le poids spécifique d'un bois séché à l'air varie pour une même essence, non seulement avec l'âge, et cela, dans une mesure différente suivant les espèces, mais avant tout suivant les conditions de croissance<sup>2</sup> lesquelles dépendent du sol, du climat, de l'aire de croissance et dans une certaine mesure aussi du mode d'exploitation.

Les variations du poids spécifique qui en résultent peuvent être considérables et pour la même espèce aller du simple au double.

A. Thill dans son mémoire intitulé : Etudes sur la constitution anatomique des bois<sup>3</sup> indique d'après M. Boppe, Directeur de l'Ecole forestière de Nancy les chiffres suivants concernant les

<sup>1</sup> Gayer. Die Forstbenutzung, 10. Auflage 1909, p. 256.

<sup>2</sup> A moins d'indications contraires, nous entendrons par poids spécifique tout court (abrégé pd. sp.) le poids sp. des bois séchés à l'air (sp. Lufttrockengewicht; pd. sp. air) c'est-à-dire la relation du volume au poids dans les conditions de dessication naturelles). Il y a lieu en effet de distinguer en outre le poids sp. frais (sp. Frischgewicht), le poids sp. en forêt quelque temps après l'abattage (Waldtrockengewicht); le poids sp. absolu (Ofentrockengewicht) après dessication complète à l'étuve entre 100 et 110° C, enfin le poids sp. après immersion dans l'eau jusqu'à saturation (Sättigungsgewicht).

<sup>3</sup> Rapport de la commission des méthodes d'essais des matériaux de construction. Tome III. Paris 1900. p. 201.

échantillons de la collection de bois *de provenance française* de cette école :

Pour le chêne rouvre (*Quercus pedunculata*) 0,60 à 1,02 correspondant à une variation de 41 %; pour *Populus nigra* 0,35 à 0,59; soit une variation de 40 %; pour *Salix capraea* 0,43 à 0,72 soit une variation de 40 %; chez les résineux la variation atteint de 40 à 50 %; pour le pin silvestre de 0,41 à 0,80 soit 49,3 %; chez l'épicéa de 0,34 à 0,58 soit 41,8 %.

Mayr<sup>1</sup> a déterminé en Bavière chez l'épicéa et le mélèze dans des sols de qualité sensiblement égale, mais dans des stations inégalement chaudes, réparties dans des aires de croissance différentes, les variations suivantes du poids sp. à 1 1/2 m au-dessus du sol.

			pd.sp.
<i>Epicea.</i>	Stations chaudes:	anneaux de 11 mm de large	38
		" " 9 mm "	39
	Stations froides :	" " 2,7 mm "	45
		" " 0,7 mm "	50

Pour le mélèze les pd. sp. sont, pour stations chaudes: 46 pour stations froides: 69.

Pour le chêne, la variation a lieu dans un sens inverse : stations chaudes: Pd. sp. 83; stations froides, 58.

Ces différences, quoique moins accentuées que celles des échantillons de Nancy, ont une signification plus précise, puisque, se rapportant à la même valeur du sol, elles ne dépendent guère que de l'inégale rapidité de croissance due au climat, et qu'en outre, elles concernent la même portion du tronc. Ce dernier point a son importance, car on sait que les diverses parties d'un même individu sont loin d'avoir la même densité, tout d'abord, parce qu'elles sont d'âge différent, ensuite parce que leur structure et les substances qu'elles contiennent (proportion de résine et de térébenthine chez les conifères par exemple) varient dans d'assez larges limites.

Le bois le plus léger est celui des racines, ce qui s'explique par le plus grand nombre de vaisseaux qu'elles renferment ou par le plus gros diamètre de ceux-ci, puis vient le bois de la portion nue du tronc; dans ce dernier, un côté est en général moins lourd que l'autre, ce qui est en rapport avec la distribution du Rot- et

<sup>1</sup> Mayr-Gayer, loc. cit., p. 261.

du Zugholz<sup>1</sup> laquelle diffère suivant l'exposition, la déclivité du terrain ou la direction dominante des vents.

Le bois le plus lourd est celui de la couronne feuillée et surtout celui du collet; enfin celui des branches maîtresses<sup>2</sup>.

\* \* \*

Les relations entre le poids spécifique et la résistance à la compression chez les principales essences forestières d'Allemagne, (qui sont aussi celles de notre pays) sont l'objet d'une importante étude de A. Schwappach<sup>3</sup> intitulée : Untersuchungen über „Raumgewicht und Druckfestigkeit des Holzes wichtiger Waldbäume.

Schwappach montre tout d'abord que dans un même tronc, le poids sp. et, plus encore, la résistance à la compression, varient d'un point à un autre, sans que l'on puisse observer de parallélisme régulier entre ces variations.

Chez l'épicéa par exemple, le poids sp. présente dans un même tronc suivant la hauteur les variations suivantes :

à 1,    4,    9,    13,    17,    21,    25 et 29 mètres au-dessus du sol  
le pd. sp. est: <sup>4</sup> 436, 447, 438, 439, 441, 437, 437    447,  
présentant ainsi deux maxima, l'un à 4 mètres au-dessus du sol, l'autre vers 30 mètres de hauteur.

Si donc, comme l'admet R. Hartig, les qualités du bois augmentent régulièrement avec l'âge, (cela tout au moins jusque vers la 70<sup>me</sup> année suivant Bertog<sup>5</sup>) il résulterait des chiffres ci-dessus que leur augmentation n'est pas parallèle à celle du poids spécifique.

Pour l'épicéa tout au moins, on constate cependant que le maximum de résistance à la compression se rencontre habituellement

<sup>1</sup> Aussi nommé Druckholz, (Bois rouge) correspondant au côté le plus comprimé pendant la croissance, par opposition au Zugholz ou (Bois blanc) qui caractérise le côté soumis plus fréquemment à un effort de traction.

<sup>2</sup> Ajoutons que le bois des loupes et des nœuds possède généralement un poids sp. encore plus élevé.

<sup>3</sup> Aus der forstl. Versuchsanst. zu Eberswalde und der mech.-techn. Versuchsanstalt zu Charlottenburg. Berlin 1897 à 1898.

<sup>4</sup> Par simplification nous donnerons le plus souvent l'indication des poids sp. en nombre entier, en supprimant le 0, qui devrait les précéder, ainsi 436 au lieu de 0,436.

<sup>5</sup> Bertog. Untersuchungen über den Wuchs und das Holz der Weisstanne und Fichte. Forstl. Naturwiss. Zeitschrift. 1895, p. 173.

vers 4 mètres au-dessus du sol et correspond à l'une des zones de poids sp. maximum.

En ce qui concerne les relations du poids sp. avec l'âge, Schwappach distingue chez l'épicéa suivant ses conditions d'exploitation et ses aires de croissance 3 cas:

- 1<sup>o</sup> un minimum dans la jeunesse avec augmentation plus ou moins régulière jusqu'à 100 ans.
- 2<sup>o</sup> pd. sp. relativement élevé dans la jeunesse, puis décroissance de 40 à 60 ans, enfin augmentation à partir de 60 ans. (Ce cas s'observe surtout en Thuringe.)
- 3<sup>o</sup> décroissance constante du pd. sp. avec l'âge. (S'observe surtout en Bavière.)

Un point intéressant sur lequel nous aurons l'occasion de revenir en exposant nos propres recherches, concerne l'écart inégal qu'on observe entre le poids sp. air ordin. et le pd. sp. sec<sup>1</sup>. Lorsque ce dernier est faible (38 à 40) le pd. sp. air est de 7 à 8 1/2 % plus élevé, lorsqu'il est fort (48 à 50) la différence avec pd. sp. air n'est plus que de 1 à 2 %.

La valeur de ces différences varie elle-même suivant les aires de croissance, et les classes de fertilité. Il en est de même pour la résistance à la compression comparée à la valeur des poids sp. air et pd. sp. sec ainsi que le montre le tableau suivant:

A une résistance à la compression de	En Thuringe et Harz						En Silésie		
	Classe de fertilité								
	Pd. sp. sec	Pd. sp. air	Diff.	Pd. sp. sec	Pd. sp. air	Diff.	Pd. sp. sec	Pd. sp. air	Diff.
390 kg. correspond	365 <sup>2</sup>	407	40	418	441	23	390	425	35
420 "	404	433	29	460	475	15	432	453	21
500 "	513	523	10				523	534	11

Comme on le voit, c'est dans les conditions de croissance les plus favorables (classes de fertilité I à III) que le poids sp. correspondant à une valeur donnée de résistance à la compression est le plus faible, autrement dit que la résistance de la paroi cellulaire correspondant à un pd. sp. donné est la plus grande.

<sup>1</sup> Au four à 100-110° C.

<sup>2</sup> Exprimé en millièmes.

Les chiffres ci-dessus montrent également que la différence entre pd. sp. sec et pd. sp. air croît lorsque la valeur de ce dernier diminue.

\* \* \*

Les poids sp. secs extrêmes observés par Schwappach pour l'épicéa, (0,371 et 0,563) et les extrêmes de résistance à la compression (328 et 618 kg par cm<sup>2</sup>) sont bien supérieurs à ceux cités par Tetmajer<sup>1</sup> (198 à 388 kg par cm<sup>2</sup>), ce qui provient sans doute avant tout de ce que les premiers correspondent à un nombre d'essais beaucoup plus grand et exécutés sur un matériel beaucoup plus varié.

Le chiffre moyen de 460 kg par cm<sup>2</sup> avec pd. sp. sec 460 indiqué par Schwappach pour l'épicéa de 100 à 120 ans se rapproche davantage que ceux de Tetmajer de ceux que j'ai notés moi-même pour cette essence : (402 kg par cm<sup>2</sup> avec pd. sp. air 470).

Les différences que nous venons de relever viennent à l'appui de la conclusion générale que Schwappach tire de ses essais, à savoir, que les propriétés mécaniques du bois et le pd. sp. d'une espèce donnée sont beaucoup plus influencés par son aire de croissance que par la station où elle s'est développée. Janka, dans son mémoire déjà cité arrive à la même conclusion à la suite de l'examen de nombreux matériaux provenant des huit territoires de croissance de l'épicéa en Autriche-Hongrie.

Cette conclusion est illustrée par deux planches extrêmement suggestives, montrant l'une<sup>2</sup> les variations considérables que présentent pour un âge donné le pd. sp. sec de l'épicéa dans 10 aires de croissance différentes (variant par la longitude, la latitude ou l'altitude); l'autre<sup>3</sup>, établissant le parallélisme frappant observé entre l'accroissement du poids spécifique air et celui de la résistance à la compression chez la même essence (épicéa) dans chacune des trois aires de croissance suivante : Thuringe (V<sup>e</sup> classe de fertilité), Silésie (plaine et montagne), Thuringe et Harz (classes I à III).

<sup>1</sup> Loc. cit., p. 58 et 59.

<sup>2</sup> et <sup>3</sup> Schwappach. Tafel I, loc. cit. 1898.

Tafel II, " " 1898.

Ajoutons encore à propos des relations entre poids sp. et résistance à la compression, que, chez *des espèces différentes*, une valeur donnée de résistance peut correspondre à des pd. sp. très différents.

Entre le hêtre, le pin silvestre, le pin de Weymouth, l'épicéa et le sapin blanc, c'est le Weymouth qui, pour une valeur donnée de la compression, possède le pd. sp. le plus faible, et le hêtre, le plus fort (environ 80 % de plus). Le pin silvestre et le sapin blanc occupent une position intermédiaire entre ces deux extrêmes, tandis que le pd. sp. de l'épicéa présente cette particularité d'être en moyenne d'autant plus élevé qu'il correspond à des résistances à la compression plus grandes.

(A suivre.)



### **Pourquoi la loi générale d'assurance sera la bienvenue, plus particulièrement en forêt.**

(Fin.)

Dans le domaine du droit civil, une loi ne prend racine dans la conscience populaire qu'après un temps fort long; à plus forte raison est-ce le cas dans le domaine social. Il faut pour conclure consulter toutes les expériences et se plier aux exigences de la réalité.

La statistique nous prouve qu'il est d'autres professions où le risque professionnel de l'ouvrier est tout aussi considérable que pour celles exercées dans les fabriques et qui cependant ne sont pas protégées par la loi. Nous en voulons, pour preuve, ce qui se passe en forêt. Le travail forestier est en effet, beaucoup plus dangereux que le travail agricole, auquel on l'assimile volontiers. Les accidents qu'il provoque sont graves et souvent mortels, et, cependant, ils tombent rarement sous le régime de la loi.

En cas de doute, c'est le Conseil fédéral qui décide, en dernier ressort, après avoir pris le préavis du gouvernement du canton, si tel ou tel accident doit être soumis aux dispositions de la loi. Suivant la jurisprudence établie, le travail en forêt n'est pas protégé, dans la règle du moins. Voici quelques arrêts formant jurisprudence qui vont nous montrer le point de vue de l'autorité.

„L'objection de T, que le transport du bois ne saurait être compris dans la notion du voiturage, mais doit rentrer dans celle de l'exploitation forestière,