

Recherches expérimentales sur les propriétés physiques des bois

Autor(en): **Jaccard, Paul**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Journal forestier suisse : organe de la Société Forestière Suisse**

Band (Jahr): **61 (1910)**

Heft 8-9

PDF erstellt am: **18.05.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-785257>

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.

Recherches expérimentales sur les propriétés physiques des bois.¹

Variations d'hygroscopicité du bois chez diverses espèces végétales.

De toutes les causes qui influent sur les propriétés mécaniques des bois, la plus importante consiste dans les variations de leur degré d'humidité. Suivant la proportion d'eau qu'elle renferme, une même espèce de bois peut varier dans sa résistance du simple au quadruple et même davantage. D'une façon générale, plus un bois est sec, plus il est résistant. A cet égard, il y a lieu d'ailleurs de distinguer entre *l'eau d'imbibition* qui imprègne les éléments ligneux et *l'eau libre* qui occupe simplement les espaces intra- et intercellulaires.

Ce sont surtout les variations quantitatives de l'eau d'imbibition qui retentissent sur les diverses résistances des bois, tandis que la quantité d'eau libre qu'ils renferment au-delà du *point de saturation* de leurs fibres,² ne joue à cet égard qu'un rôle secondaire.

La rapidité avec laquelle les diverses espèces de bois abandonnent leur humidité, est, comme l'ont établi de nombreuses expériences déjà anciennes, extrêmement variable, de même que le % d'eau qu'elles renferment encore à l'état de dessiccation naturelle à l'air libre. Malheureusement la plupart des observations faites à ce sujet, (observations consignées entre autres par Nördlinger et par Duhamel du Monceau), ne sont guère comparables entre elles; on ne saurait en tirer de conclusions générales quant aux causes des variations spécifiques de l'hygroscopicité chez les diverses espèces de bois. On en peut déduire cependant, que, d'une manière toute générale, la rapidité de la dessiccation est déterminée par les lois physiques de l'évaporation et par le degré de porosité des bois résultant de leur structure anatomique. Les observations sus-

¹ Voir numéro d'avril.

² On désigne sous le nom de *point de saturation des fibres*, le degré d'humidité correspondant au maximum d'eau d'imbibition, alors que, par l'évaporation naturelle ou artificielle, l'eau libre a complètement disparu. Il n'est en général pas facile de préciser le moment où le point de saturation est atteint; dans la dessiccation naturelle à l'air libre, la proportion d'humidité restant dans le bois est fort inférieure à celle qui correspond au point de saturation des fibres.

mentionnées, ne rendent pas compte des différences parfois considérables que présentent dans leurs propriétés hygroscopiques des espèces ligneuses voisines, aussi, de nouvelles recherches dans cette direction m'ont-elles paru désirables.

Afin d'établir dans quelle mesure les propriétés hygroscopiques du bois dépendent de sa structure anatomique et de son poids spécifique, j'ai noté jour après jour la marche de l'évaporation et celle de l'absorption dans un nombre considérable d'éprouvettes appartenant soit à des espèces de bois différentes soit à la même espèce ligneuse.

Les lignes qui vont suivre ne sont qu'un résumé de nombreuses recherches poursuivies, de 1907 à 1910, soit sur des bois frais provenant de l'Ecole forestière, où, pour diverses raisons, plusieurs arbres ont dû être abattus, soit sur des échantillons séchés à l'air depuis 35 à 40 ans environ.

Elles concernent : 1° les pertes d'eau par *évaporation*, 2° l'*absorption* d'eau par *capillarité*, 3° l'absorption d'eau par *immersion*.

1° Pertes d'eau par évaporation.

Les expériences destinées à déterminer la marche de l'évaporation dans une ou plusieurs espèces végétales ont porté sur diverses séries d'éprouvettes de platane, de févier (*Gleditschia*) et de pin d'Autriche âgés de 40 ans environ, et fraîchement abattus. L'évaporation s'effectuait soit à l'air libre à la température du laboratoire (15 à 20° C), soit dans un thermostat à la température de 50—60° C.

Les observations faites, (il nous est difficile d'en donner ici le détail), permettent de constater qu'il n'existe pas de proportionnalité constante entre la quantité d'eau évaporée, évaluée en % du poids initial de chaque éprouvette, et le poids spécifique de ces mêmes éprouvettes. Il n'existe pas non plus de concordance entre le *poids spécifique sec* et le *poids spécifique frais* des échantillons examinés, ainsi que cela ressort du tableau suivant concernant deux séries homologues d'éprouvettes de poids inégal, provenant, l'une, d'un platane, l'autre, d'un févier de même âge et approximativement de même taille.

Le poids spécifique sec a été déterminé sur les échantillons séchés à l'air après deux ans de séjour dans le laboratoire, par

conséquent à un moment où leur dessiccation naturelle était complète.

Tableau n° 1.

	N ^{os} des éprouvettes	Poids spécifique sec (en 1910)	Poids spécifique frais (en 1907)	Eau évaporée après 2 ans (en % du poids initial)
<i>Platane</i> (tronc et branches)	1	70	83	42 %
	2	65	92	41 "
	3	68	98	31 "
	4	68	87	41 "
	5	64	96	33 "
<i>Gleditschia</i> (tronc et branches)	1	70	93	36 "
	2	61	95	42 "
	3	70	98	31 "
	4	84	88	29 "
	5	84	91	27 "

Si l'on groupe les éprouvettes du tableau ci-dessus par ordre croissant des poids spécifiques et par ordre décroissant des quantités d'eau évaporée (en %), on constate qu'il n'existe pas de parallélisme régulier entre ces diverses valeurs, et qu'en outre les relations du % d'évaporation et du poids spécifique varient d'une espèce à l'autre.

Tandis que chez le platane l'augmentation du % d'eau évaporée a lieu en sens inverse de celle du poids spécifique frais (colonnes *b* et *c*), chez le févier, c'est en sens inverse de l'augmentation du poids spécifique sec qu'elle se manifeste (colonnes *d* et *f*. Tableau n° 2).

Tableau n° 2. Groupement des éprouvettes de platane et de févier (*Gleditschia*) du tableau n° 1 par ordre croissant des poids spécifiques et par ordre décroissant des % d'eau évaporée.

<i>Platane.</i>			<i>Gleditschia.</i>		
a) Poids spécifique sec	b) Poids spécifique frais	c) % d'eau évaporée	a) Poids spécifique sec	b) Poids spécifique frais	c) % d'eau évaporée
Epreuves N ^{os} :			Epreuves N ^{os} :		
5	1	1	2	4	2
2	4	4	1	5	1
3	2	2	3	1	3
4	5	5	4	2	4
1	3	3	5	3	5

Poids spécifique croissant. ↓

↓ % d'eau décroissant.

Ces différences entre deux espèces qui, au point de vue de leur structure anatomique présentent d'assez grandes analogies, sont difficilement explicables, d'autant plus que des inégalités du même genre peuvent apparaître entre éprouvettes découpées côte à côte dans le même tronc, l'une dans la périphérie et l'autre au centre.

Le tableau n° 3 fait ressortir les différences observées entre deux séries *homologues* d'éprouvettes de platane et de Gleditschia de 1000 à 1200 gr., (les n°s 1 proviennent de la périphérie du tronc, les n°s 2 du centre.)

Tableau n° 3.

	N° des éprouvettes	Poids sp. sec	Pertes de poids en % du poids initial après :					
			3 jours ¹	6 jours	9 jours	12 jours	15 jours ²	2 ans ³
Platane . . .	1	70	5	11	16	18	21	42 %
	2	65	5	11	16	18	21	41 %
Gleditschia .	1	70	2	5 1/2	9	11	12	36 %
	2	61	6	12	15	18	20	42 %

¹ à la température du laboratoire, 18 à 20° C ; ² du 6^e au 15^e jour, dans le thermostat à la température de 50 à 60° C ; ³ à l'air du laboratoire.

Tandis que les éprouvettes de platane, malgré leur différence de poids spécifique, se comportent d'une manière presque identique vis-à-vis de l'évaporation, celles du Gleditschia présentent dès le début une allure différente qui se conserve jusqu'à la fin de l'expérience.

L'examen des couches annuelles montre, il est vrai, que la rapidité de la croissance n'a pas suivi, dans les deux espèces, une marche parallèle; le centre du tronc de platane est formé de couches plus serrées que celui du Gleditschia; ce qu'il y a de curieux, c'est que ces différences de structures, influencent d'une manière inégale chez les deux espèces la marche de l'évaporation.

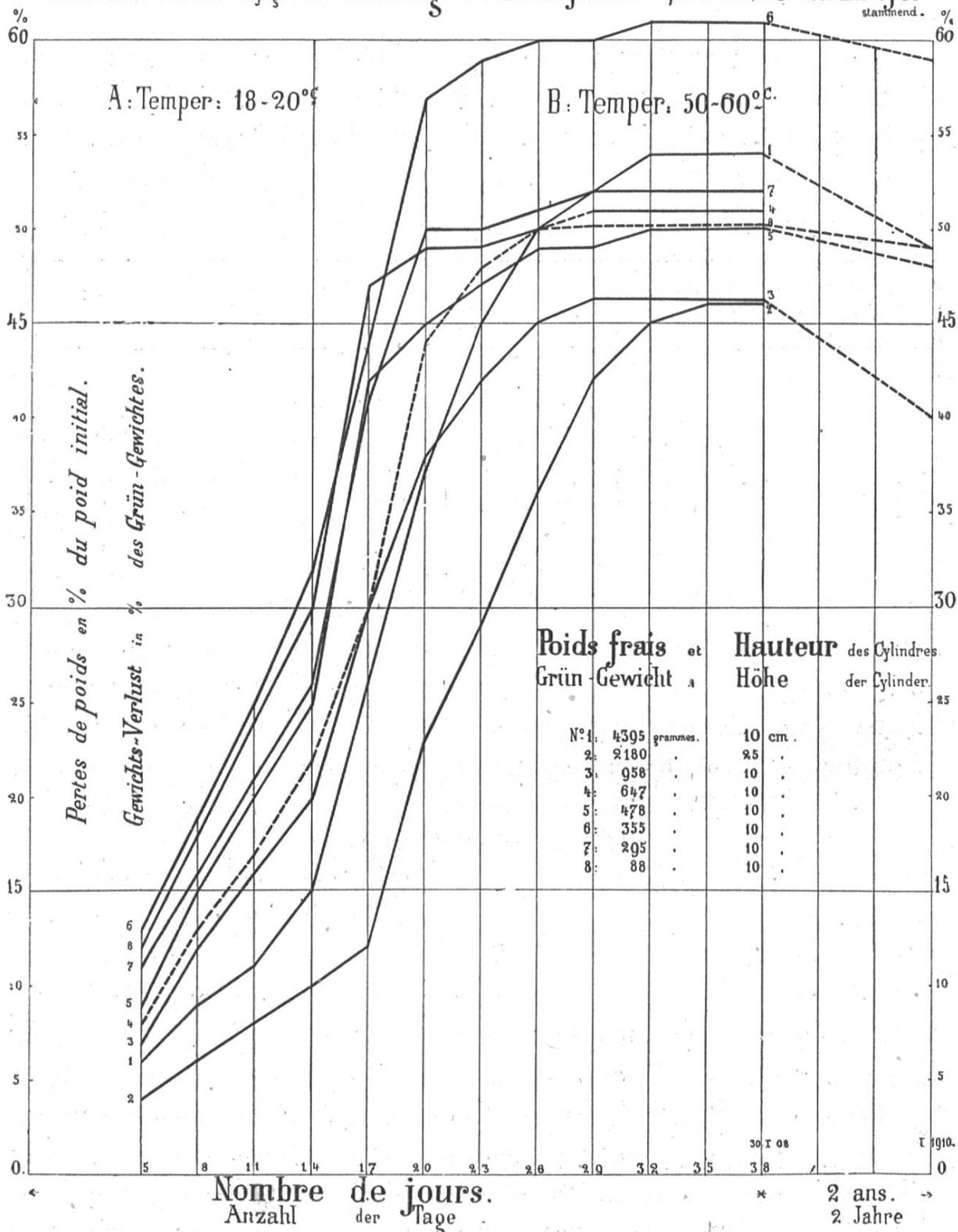
Les différences que nous venons de signaler dans la marche de l'évaporation entre diverses éprouvettes d'une même espèce végétale, ainsi que les relations irrégulières observées entre les poids spécifiques et les quantités d'eau évaporées, ressortent également d'une manière très nette du Graphique n° 1 représentant les pertes d'eau en % du poids initial de 8 éprouvettes cylindriques,

Graphique N° 1:

Pertes de poids par évaporation de 8 cylindres de Pinus laricio.

provenant du même individu.

Gewichts-Verlust zufolge Verdunstung von 8 Holzcyllindern aus derselben Schwarzkiefer



de grosseur inégale, provenant du tronc et des branches d'un pin d'Autriche âgé de 40 ans.

En groupant les éprouvettes 1 à 10¹ comme dans le tableau n° 4, on n'observe entre leur poids spécifique et leur perte d'eau aucun parallélisme.

L'examen du Graphique n° 1 montre en outre, que le rang des éprouvettes correspondant à leur perte d'eau en % de leur poids initial n'est pas le même au commencement et à la fin de l'expérience.

Tableau n° 4.

	Poids frais ² croissants	Poids spécifiques secs croissants	% d'eau évaporée décroissants
Epreuves n°s :			
Pinus Laricio	10	6	3
	9	1	5
	8	8	9
	6	10	1
	5	5	8
	3	9	10
	1	3	6
	*	*	

La grande variabilité qu'une même espèce de bois peut présenter quant à ses propriétés hygroscopiques est également mise en évidence par le Graphique n° 2 représentant la marche de l'évaporation et de la réabsorption d'eau dans des éprouvettes cubiques de saule, d'ormeau, de bouleau et d'érable (*Salix caprea*, *Ulmus campestris*, *Betula alba* et *Acer platanoides*),³ séchées à l'air depuis 35 ans et exposées :

1° : 3 jours dans le thermostat à 75° C ; 2° : 1 jour à la température

¹ Les n°s 2, 4 et 7 ont été utilisés pour d'autres recherches.

² Le poids et les dimensions des éprouvettes comparées sont indiqués sur le Graphique n° 1.

³ Ces échantillons font partie d'une collection de l'Ecole forestière, obligeamment mise à ma disposition par M. le professeur Decoppet et qui figura à l'exposition internationale de Vienne en 1873. J'ai été mis sur la voie des recherches qui font l'objet de cet article, en constatant, entre le poids sec des échantillons déterminé en 1872 et le poids sec en 1907, soit 35 ans plus tard, des différences considérables d'une espèce à l'autre, allant de 2 % (mélèze, épicéa) à 12 et 14 % (aulne, sorbier, poirier, tilleul) et même 22 % et 26 % (saule, nerprun).

de 100 à 110° C; 3°:5 jours à l'air du laboratoire; 4°:10 jours à l'air extérieur humide (du 25/XI au 5/XII 1907).

Chacune des espèces susmentionnées est représentée par des éprouvettes cubiques de dimensions différentes; les plus petites provenant des branches, les plus grosses du tronc.¹

Les *polygones de variation* du Graphique n° 2 sont obtenus en portant en ordonnée, à partir du poids sec initial (représenté par les lignes horizontales), les variations de poids correspondant aux quatre traitements indiqués ci-dessus; ces variations sont notées en abscisse à intervalles égaux.

La comparaison de ces polygones de variation montre, qu'il n'existe entre les inégalités observées dans la marche de l'évaporation ou celle de la réabsorption de l'eau à l'état de vapeur dans divers échantillons d'une même espèce de bois, aucune proportionnalité ni avec les différences de volume des éprouvettes, ni avec celles des poids spécifiques.

2° Absorption d'eau par capillarité.

Le défaut de concordance que nous avons relevé entre le poids spécifique et la marche de l'évaporation ou celle de la réabsorption d'eau à l'état de vapeur dans les expériences précédentes, s'observe d'une manière plus sensible encore dans l'absorption d'eau par capillarité; c'est ce qui ressort des observations faites sur les deux séries d'expériences suivantes :

A. Huit éprouvettes cubiques régulières de 10 cm de côté, séchées à l'air depuis 35 ans et provenant de troncs de peuplier, d'épicéa, de tilleul, de mélèze, de frêne, de saule, de sorbier et de pommier, ont été plongées par leur base (section transversale) dans 1 à 2 cm d'eau, et maintenues, (afin d'éliminer autant que possible l'influence de l'évaporation), dans de grandes cuvettes *couvertes*, à la température du laboratoire (18—20° C). Les pesées ont été faites chaque jour à partir du 19 décembre 1907. La marche de l'absorption est indiquée par le Graphique n° 3.

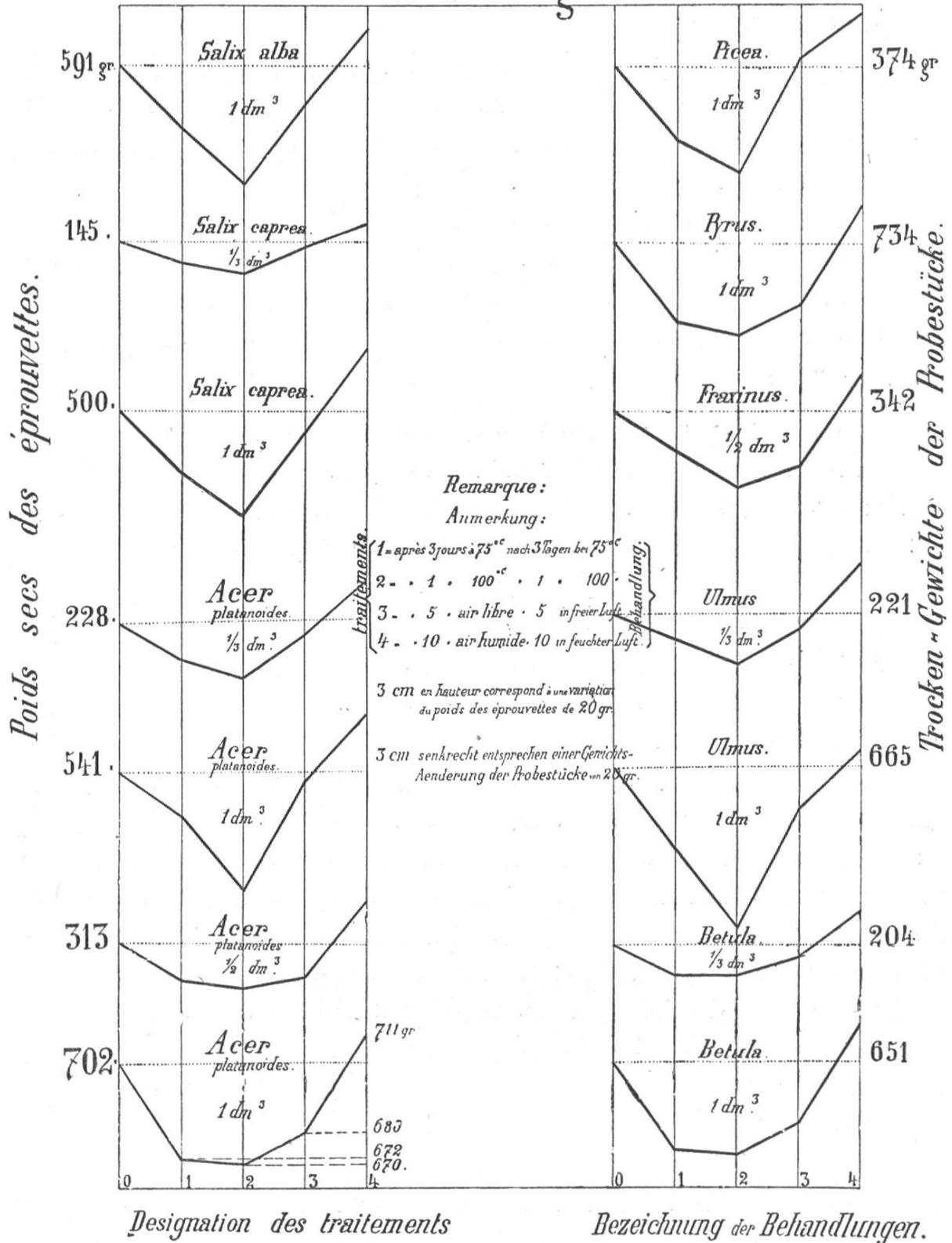
L'examen du Graphique n° 3 et celle du tableau n° 5 nous montre :

1° *qu'au début* la proportion d'eau absorbée est, *à vue d'œil*, en relation avec le degré de porosité des éprouvettes, c'est-à-dire dépend du nombre et de la largeur de leurs vaisseaux (ou de la largeur des trachéides chez les conifères);

Graphique N° 2.

Polygones de Variations.

Variations - Figuren



- 2° que cette relation ne se maintient *dans la suite* que pour le peuplier et le tilleul qui sont particulièrement poreux ; toutefois, chez ces deux espèces, l'absorption est loin de suivre une marche parallèle ; tandis qu'au début, soit après 4 jours, l'écart entre eux est de 32 %, il s'élève à 51 % au bout de 16 jours et n'est plus que de 15 % après 32 jours (voir tableau n° 5) ;
- 3° qu'il n'y a pas proportionnalité, ni au début, ni au milieu, ni à la fin de l'expérience, entre l'intensité de l'absorption et le poids spécifique des éprouvettes, ainsi que l'indique le tableau n° 5.

Les conditions extérieures ayant été identiques et constantes pendant toute la durée des expériences, il faut donc que, *indépendamment de la porosité et du poids spécifique, d'autres facteurs interviennent dans l'absorption par capillarité.*

Tableau n° 5.

Éprouvettes classées par ordre de leur % d'absorption croissant :

1° au début, après 4 jours	N ^{os} 3, 1, 4, 7, 6, 2, 5, 8 ;
2° après 16 jours	„ 3, 1, 4, 2, 7, 6, 8, 5 ;
3° après 32 jours	„ 3, 1, 2, 4, 7, 8, 6, 5 ;
et par ordre des poids spécifique décroissants	„ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8.

Il n'y a concordance entre 1°, 2° et 3° que pour tilleul et peuplier, espèces particulièrement poreuses.

Les observations ont été poursuivies pour chaque éprouvette jusqu'à ce que le maximum d'absorption soit atteint et que le poids reste constant ; à cet égard, le temps nécessité par chaque espèce de bois pour atteindre son point de saturation est extrêmement variable : L'éprouvette d'épicéa, n° 2 (*Picea*), a atteint le double de son poids sec après 133 jours ; elle n'a dépassé le poids spécifique de l'eau qu'au bout de 10 1/2 mois, ayant alors augmenté de 184 %, c'est-à-dire presque triplé son poids initial.

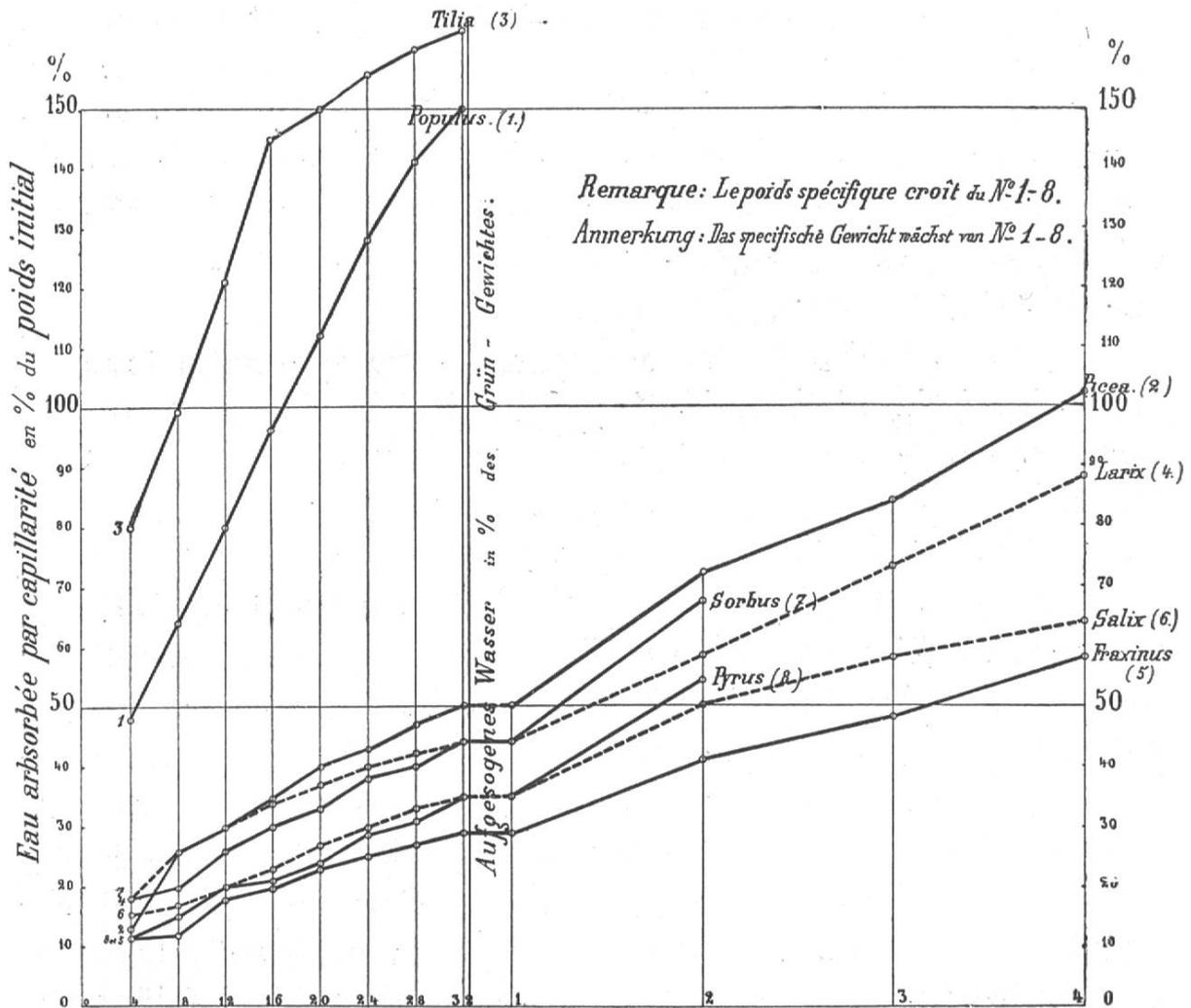
Le mélèze, n° 4, (*Larix*), s'est enfoncé complètement dans l'eau, également après 10 1/2 mois, après avoir augmenté de 98 %, c'est-à-dire presque doublé son poids.

Le peuplier, n° 1, a absorbé presque autant que l'épicéa (183 %), mais en beaucoup moins de temps, en 50 jours seulement ; maintenu immergé dans l'eau pendant 12 jours encore, non

Graphique N° 3.

Absorption capillaire en % du poids initial.

Capillare Aufsaugung in % des Grün-Gewicht.



Nombre de jours

Nombre de mois.

Anzahl Tage

Anzahl Monate

seulement il n'a plus augmenté de poids et n'est pas arrivé à plonger complètement dans l'eau, mais a perdu pendant ce temps 16 gr, soit $\frac{1}{2}$ % de son poids initial.

Le tilleul, n° 3, a dépassé le poids spécifique de l'eau après 43 jours ; maintenu dans l'eau, il a continué à augmenter jusqu'au 60^{me} jour, date à laquelle il a atteint son maximum, soit 171 %. Laisse encore 12 jours dans l'eau, il a conservé son même poids sans changement.

Le minimum d'absorption a été réalisé par le n° 8 (pommier), qui, en 60 jours, n'a augmenté que de 57 % et n'est pas arrivé à plonger complètement ; puis par le sorbier, n° 7, qui, en 60 jours, a augmenté de 69 % sans arriver non plus à plonger complètement ; enfin, par le n° 5 (loupe de frêne), qui a employé 106 jours pour absorber 63 % d'eau et pour atteindre un poids spécifique de 99.

Le saule, n° 6, a augmenté de 76 % et, après 137 jours, s'enfonçait complètement dans l'eau.

Au point de vue de l'absorption maximum et du laps de temps nécessaire à la réaliser, les 8 espèces de bois susmentionnées se comportent donc très inégalement ; les unes absorbent une très forte proportion d'eau en peu de temps (tilleul, peuplier en 50 à 60 jours), d'autres (épicéa, mélèze) n'y arrivent qu'après plusieurs mois.

Une seconde catégorie est constituée par des bois absorbant peu, mais atteignant leur maximum assez rapidement (poirier et sorbier en 60 jours) ; enfin, dans un troisième groupe rentrent les espèces telles que le frêne (loupe) et le saule, dont le pouvoir d'absorption est relativement faible (63 et 76 %) et qui n'atteignent leur maximum qu'après un temps assez long (106 et 137 jours).

Certains bois qui absorbent beaucoup n'arrivent pas à plonger complètement dans l'eau (peuplier 183 %), tandis que d'autres, tout en absorbant moins (saule 76 %), dépassent le poids spécifique de l'eau.

Tandis que le Graphique n° 3 traduit l'allure générale de l'augmentation du poids des éprouvettes résultant de l'absorption de l'eau par capillarité, le Graphique n° 3^{bis} exprime les quantités absorbées jour après jour et montre que l'absorption quotidienne au lieu d'aller en diminuant d'une manière régulière jusqu'à ce que le bois soit complètement saturé d'eau, varie d'un jour à l'autre, tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre, sans que ces

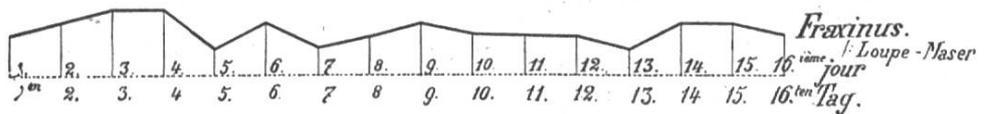
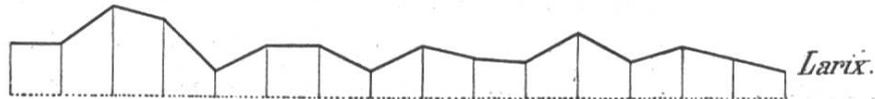
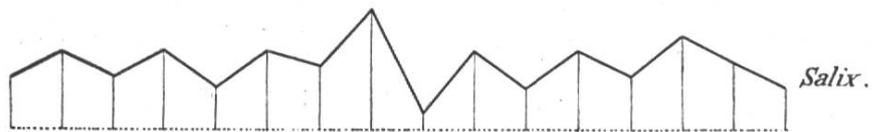
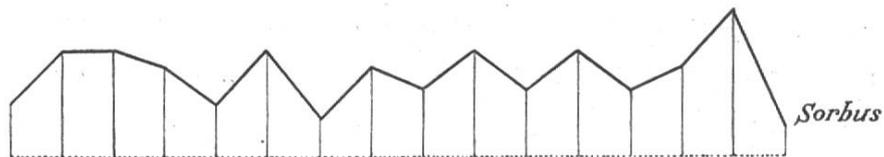
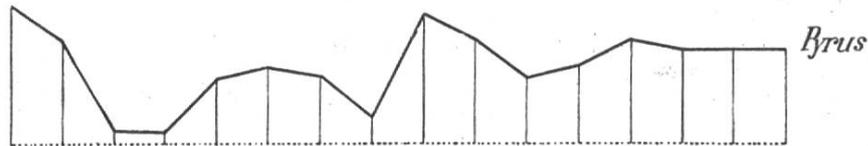
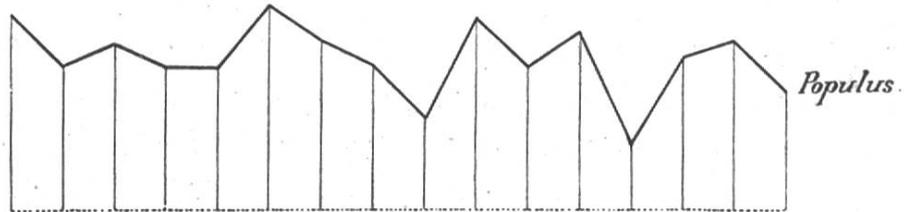
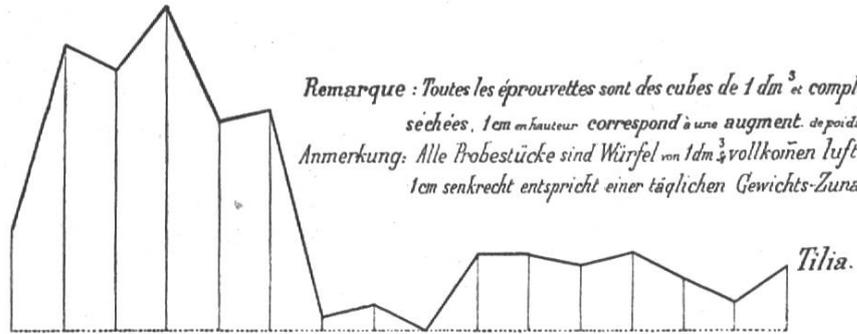
Graphique N° 3^{bis}

Variations quotidiennes de l'absorption capillaire
Tägliche Variationen der capillaren Aufsaugung.

Remarque : Toutes les éprouvettes sont des cubes de 1 dm³ et complètement sèches. 1 cm en hauteur correspond à une augment. de poids de 2 gr.
Anmerkung: Alle Probestücke sind Würfel von 1 dm³ vollkommen lufttrocken, 1 cm senkrecht entspricht einer täglichen Gewichtszunahme von 2 gr

Désignation des éprouvettes.

Bezeichnung der Probestücke.



Augmentation de poids pendant le
Gewichtszunahme am

1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. ^{ième} jour
1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. ^{ten} Tag.

écarts puissent s'expliquer par des variations de température ou d'humidité de l'air du laboratoire.

Ces variations, observées déjà par Duhamel et par Nördlinger, sont attribuées par ces auteurs à la résistance qu'offre, à la pénétration de l'eau, l'air contenu dans les espaces capillaires du bois. Les recherches que j'ai entreprises à ce sujet, en provoquant l'absorption capillaire sous une cloche pneumatique montrent qu'en effet l'air emprisonné dans les espaces capillaires du bois retarde dans une mesure considérable l'absorption de l'eau. En éliminant cet air par une aspiration prolongée ou accélère l'imbibition du bois, mais on ne supprime pas les irrégularités signalées par nos graphiques et nos tableaux. ¹

B. La seconde série d'expériences concernant l'absorption d'eau par capillarité a été effectuée au moyen de 17 planchettes prismatiques de bois différents, mesurant chacune 10 cm de hauteur, 10 cm de largeur et 2 cm d'épaisseur. Ces éprouvettes, maintenues à la température du laboratoire (18 à 20° C) dans des cuvettes *non couvertes*, plongeaient par leur partie inférieure (section transversale) dans 1 à 2 cm d'eau; elles ont été pesées chaque jour, à partir du 11 février 1908, jusqu'à complète saturation. Le Graphique n° 4 a été obtenu en portant en ordonnée, mois après mois, le poids effectif de chaque éprouvette; il indique l'allure générale de l'augmentation du poids des diverses éprouvettes. Les lignes pointillées horizontales indiquent le moment à partir duquel quelques espèces de bois ont cessé d'augmenter de poids. Les numéros entre parenthèses, de 1 à 17, correspondent aux valeurs croissantes des poids spécifiques des 17 espèces de bois mise en expérience. ²

En groupant ces 17 éprouvettes : 1° : dans l'ordre de leur poids spécifique croissant; 2° : dans l'ordre des % d'absorption décroissant, a), après 2 jours, b), après 1 mois, c), après 5 mois; 3° : enfin dans l'ordre de leur poids spécifique de saturation décroissant après 5 mois, on constate (voir le tableau ci-dessous) que, sauf pour les espèces à poids spécifique élevés, il n'existe aucune concordance entre ces groupements.

¹ Les déterminations de l'absorption capillaire dans le vide feront l'objet d'une publication spéciale.

² Le Graphique n° 4 donne l'indication de ces 17 espèces de bois; celles-ci proviennent des doubles d'une collection de l'École d'architecture, et ont été aimablement mises à ma disposition par M. le professeur Recordon.

Tableau n° 6.

| | |
|--|--|
| Poids spécif. croissants | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17; |
| % d'absorpt. décroissants : | |
| a) après 2 jours . | 15, 13, 11, 3, 10, 9, 8, 5, 12, 2, 4, 1, 14, 7, 6, 16, 17; |
| b) après 1 mois . . | 9, 13, 15, 11, 8, 5, 10, 3, 2, 1, 4, 12, 7, 6, 14, 16, 17; |
| c) après 5 mois . . | 3, 1, 5, 8, 9, 11, 13, 10, 4, 2, 15, 12, 7, 6, 14, 16, 17; |
| Poids spécif. de saturation croissants après | |
| 5 mois | 6, 1, 2, 7, 14, 16, 4, 12, 5, 10, 8, 3, 11, 9, 13, 17, 15. |

Tandis qu'au début de l'expérience, l'absorption est déterminée avant tout par la porosité du bois (nombre et largeur des vaisseaux ou trachéides), on constate qu'au bout de 5 mois, 6 espèces seulement conservent le rang qu'elles avaient à la fin du premier mois ; ce sont deux résineux, l'épicéa et le mélèze, puis le chêne et le noyer, enfin deux bois lourds, le jarrah et l'ébène ; et 3 seulement, celui qu'elles avaient après 2 jours (épicéa, jarrah et ébène). Toutes les autres ont changé de rang et présentent, entre leur % d'absorption au début et celui de la fin de l'expérience, des écarts très inégaux. Le temps employé par les diverses espèces pour doubler leur poids est aussi des plus variables.

Indépendamment de leur porosité, ces diverses espèces de bois ont donc un pouvoir d'absorption très différent, qui ne présente, sauf pour les espèces à poids spécifique très élevé, aucune relation régulière avec leur poids spécifique.

Les expériences entreprises avec les huit éprouvettes cylindriques de pin d'Autriche, utilisées précédemment pour l'étude de l'évaporation (voir tableau n° 4), nous ont conduits à des constatations analogues, à savoir que, *vis-à-vis de l'absorption capillaire, comme vis-à-vis de l'évaporation, des portions différentes d'un même individu se comportent d'une manière très différente, sans qu'on puisse constater de parallélisme entre ces inégalités et les variations du poids spécifique.*

CONCLUSIONS. ¹

Les résultats qui se dégagent de nos recherches, s'ils n'éclaircissent pas d'une façon complète la question que je m'étais posée

¹ Pour ne pas allonger davantage cet article, nous laissons de côté ce qui concerne l'absorption d'eau par immersion ; les résultats obtenus concordent d'ailleurs, dans une grande mesure, avec ceux des expériences d'absorption par capillarité.

au début, montrent par contre que le problème de l'hygroscopicité des bois est beaucoup plus complexe qu'on ne se l'imagine et que son étude méthodique est susceptible d'éclairer, dans une certaine mesure, la physiologie encore assez mal connue de l'absorption et de la circulation de l'eau dans les plantes.

Si, *d'une façon toute générale*, la dépendance qui existe entre les propriétés physiques des bois, (hygroscopicité, résistance mécanique etc.), et leur poids spécifique, ne saurait être niée, il ressort cependant des observations que nous venons de résumer que cette relation n'est pas absolument constante, mais qu'elle peut être assez profondément influencée par divers facteurs encore mal connus qui tiennent à la structure du bois et à la composition spécifique de ses parois cellulaires, lesquelles, très certainement, ont des propriétés physico-chimiques variables.

Les inégalités que nous avons mises en évidence dans des éprouvettes provenant des diverses parties d'un même individu, et qui constituent ce que nous pouvons appeler les „*inégalités individuelles de l'hygroscopicité*“, s'expliquent en somme assez naturellement, lorsqu'on songe à l'extraordinaire variabilité des conditions de croissance qui se manifestent au cours du développement d'un grand arbre, soit pendant 50 à 100 années par exemple. Les facteurs extérieurs (eau, chaleur, lumière), variables d'une année à l'autre dans leur distribution et dans leur intensité, sont encore modifiées au cours de la croissance d'une plante déterminée, d'un arbre en particulier, par le développement plus ou moins grand de la végétation avoisinante, et tout spécialement par l'accroissement de sa propre couronne feuillée et par ses conditions d'équilibre sans cesse changeantes vis-à-vis de la pesanteur ou des vents.

Ces changements incessants dans les corrélations intérieures entre les diverses portions d'un même végétal déterminent l'excentricité d'accroissement en épaisseur, la formation et la distribution relative du „*Rotholz*“ et du „*Zugholz*“, l'épaisseur variable des parois cellulaires et leur ponctuation, la proportion inégale des fibres et des vaisseaux, ainsi que celle des rayons médullaires, la répartition et la quantité plus ou moins grande des substances de réserve et des sécrétions. Les variations de chacun de ces éléments retentissant sur la croissance des autres, de façon à réaliser, à chaque moment de la vie du végétal, ce qu'on peut appeler „l'équi-

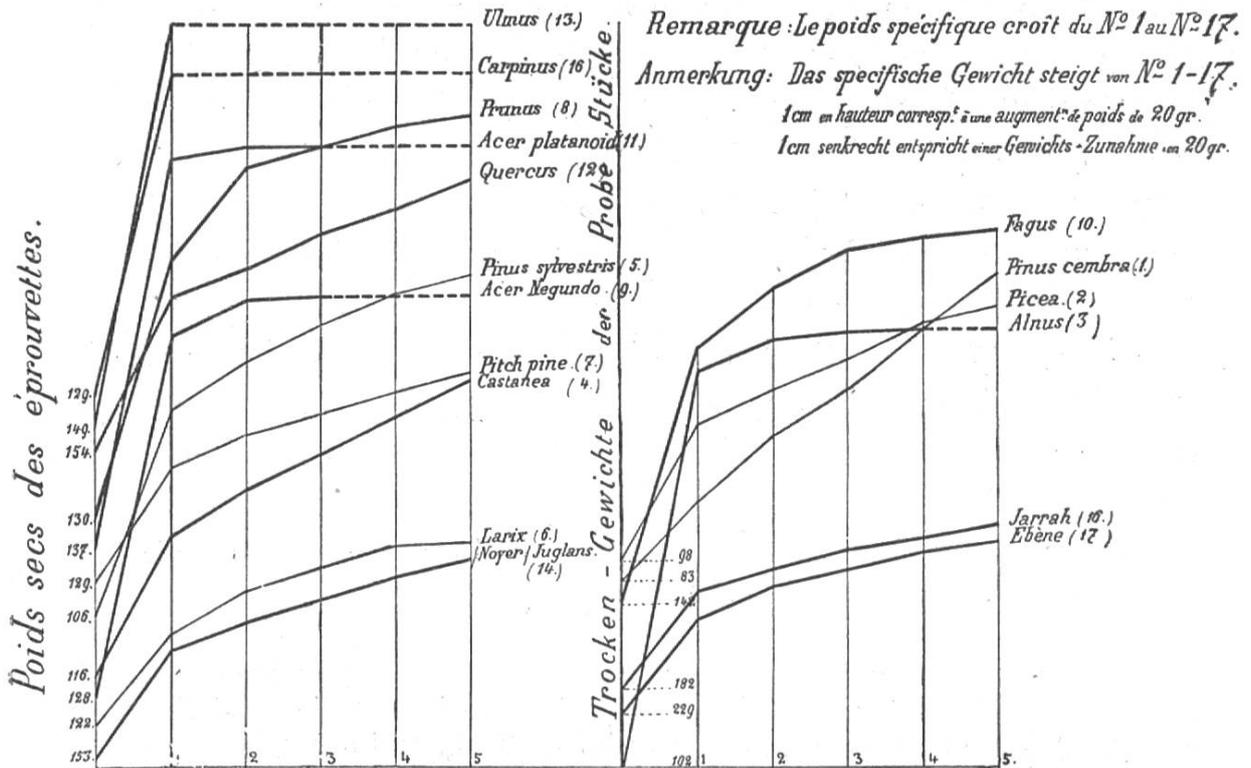
Graphique N° 4

Valeurs absolues de l'absorption capillaire.

Absolute Werthe der capillaren Aufsaugung.

pour 17 espèces de bois.

für 17 Holzarten.



Nombre de mois

Nombre de mois.

Anzahl der Monate.

libré spécifique“ propre à chaque espèce, on comprend en définitive que la structure anatomique et les propriétés physiologiques du bois puissent, dans un seul et même arbre, varier considérablement d'un point à un autre.

De ces différences dépendent l'émission des bourgeons, leur développement et celui des ramifications qui en proviennent; la torsion, l'hyponastie, l'excentricité de croissance, en un mot toutes les particularités morphologiques qui dans chaque espèce sont influencées par l'action combinée des facteurs climatiques, spécialement de la lumière et de la pesanteur.

Il est fort difficile, pour ne pas dire presque impossible, de mettre en évidence, par l'*observation directe*, les différences anatomiques quantitatives qui résultent des variations fonctionnelles que nous venons d'énumérer. Il faudrait en réalité, pour cela, pouvoir faire des comparaisons portant sur plusieurs milliers de cellules ou d'éléments vasculaires ou fibreux, et l'on conviendra que la chose n'est pas aisée.¹

On peut admettre, cependant, que ces variations de structure anatomique et de fonctions physiologiques puissent entraîner dans les propriétés physiques du bois des variations plus considérables que celles qui affectent le poids spécifique, et se traduire par l'absence de parallélisme que nous avons signalée entre la marche de l'évaporation, et celle de l'absorption capillaire, et les variations du poids spécifique. Mais, à côté des inégalités individuelles, nos observations ont mis en évidence des *inégalités spécifiques* dans les propriétés hygroscopiques d'espèces de bois en apparence très semblables et présentant de grandes analogies dans leur structure anatomique et dans leur poids spécifique.²

¹ Je me suis efforcé cependant, au moyen d'un procédé simplifié de microphotographie, de mettre en évidence certaines variations de la structure anatomique, telles que les variations d'excentricité de croissance, *non visible extérieurement*, et celles du nombre et de la largeur des vaisseaux, apparaissant à différents niveaux d'un seul et même rameau de tilleul, pendant 6 années successives de croissance.

Ces observations feront l'objet d'une publication ultérieure, ainsi que celles concernant les variations de la résistance à la compression en rapport avec la structure anatomique.

² Ces variations d'hygroscopicité ne sont peut-être pas sans analogies avec les variations des propriétés osmotiques des parois cellulaires signalées récemment par B. Hanstein dans un important mémoire intitulé: *Über das Verhalten der Kulturpflanzen zu den Bodensalzen*, Pringsheims Jahrbücher 1910

Si, dans les jeunes tissus en voie de croissance, les parois cellulaires cellulosiques sont toujours (du moins on l'admet) complètement „holoperméables“, c'est-à-dire permettant la diffusion, non seulement de l'eau, mais des substances dissoutes dans l'eau dans la mesure où elles sont attirées par le protoplasma on peut douter qu'il en soit de même pour les parois lignifiées. Celles-ci doivent avoir un caractère *spécifique* beaucoup plus marqué; suivant les substances encore très imparfaitement connues qui les imprègnent, il est vraisemblable d'admettre qu'elles possèdent des propriétés hygroscopiques que leur poids spécifique et les structures anatomiques dans lesquelles elles sont engagées, ne suffisent pas à déterminer.

Sans doute, les recherches de Sachs et celles de R. Hartig, entre autres, ont établi que les membranes ligneuses de nos bois indigènes les plus divers, ont toutes, *à peu près*, le même poids spécifique, soit environ 1,56 à l'état de *dessication absolue*. Mais, alors même que, par la dessication à 100 et 120°, les membranes ligneuses ne perdraient pas certains éléments volatiles capables de modifier leur structure physique, on peut être certain que leurs propriétés hygroscopiques varient, dans une certaine mesure, avec la quantité d'eau d'imbibition qu'elles renferment. A épaisseur égale, les parois des fibres doivent avoir un pouvoir d'absorption différent de celui des parois des vaisseaux ou des cellules du parenchyme ligneux, ne serait-ce que par suite de leur groupement différent et de leur proximité variable vis-à-vis d'espaces capillaires qui, étant inégalement étroits, sont le siège de forces moléculaires inégales.

Il paraît, en définitive, vraisemblable d'admettre que les propriétés osmotiques du protoplasma retentissent sur les propriétés des membranes ligneuses, puisque incontestablement les substances qui les imprègnent au cours de leur lignification dépendent de celles que le protoplasma absorbe, assimile et synthétise.

Si, d'une part, la grosseur et la distribution relative des vaisseaux, des fibres et du parenchyme du bois est dominée par les exigences de l'alimentation et celles de la résistance mécanique, il est non moins certain que, vis-à-vis *de conditions extérieures semblables*, ce sont les propriétés spécifiques de chaque protoplasme qui déterminent l'intensité de son alimentation, c'est-à-dire

en définitive *le courant d'eau et de substances nutritives* qu'il attire, qui traversent la plante et d'où résulte *la taille* du végétal. Il est difficile d'admettre que cette intensité du courant liquide traversant la plante retentisse sur sa structure anatomique seulement, sans influencer fortement les propriétés hygroscopiques des membranes elles-mêmes.

Je ne saurais, pour ma part, comprendre autrement les inégalités observées dans les propriétés hygroscopiques entre espèces à structure anatomique analogue.

Zurich, mai 1910.

Paul Jaccard,

Professeur à l'Ecole polytechnique fédérale.



Affaires de la Société.

Les forestiers suisses dans les Grisons.

Il fallait l'irrésistible attrait qu'exerce sur chacun le superbe canton des Grisons pour engager les forestiers suisses à se rencontrer si nombreux à Coire, en dépit du mauvais temps et des interruptions de communication, qui nous obligèrent à passer la terrible Landquart à pied, le pont de fer des C. F. F. étant démoli.

Toute la Suisse était largement représentée, puisque sur les 165 participants l'on ne comptait pas moins de deux douzaines de Romands (Tessinois compris). Quelle belle occasion de renouer de vieilles amitiés et de faire revivre de vieux souvenirs.

Si le séjour à Coire fut de courte durée, du moins le temps fut judicieusement employé. Malgré la sonnerie un peu tardive de l'„extinction des feux“ le dimanche soir, l'assemblée générale du lundi, présidée par M. le conseiller d'Etat Dedual, fut dès 7¹/₂ h. du matin très revêtue. Et grâce à la maîtrise du président, les divers objets à l'ordre du jour furent rapidement liquidés. Le procès-verbal officiel dira les détails. Relevons ici seulement le choix de Zoug comme lieu de réunion en 1911, la nomination à l'unanimité du professeur Th. Felber à l'honorariat, la motion du professeur Engler touchant l'amélioration de la situation économique du personnel forestier, enfin la belle conférence très documentée de M. Meyer, adjoint à l'Inspection cantonale des forêts, sur la situation forestière dans les Grisons. La discussion de ce rapport s'est cristallisée en deux résolutions, l'une de M. le professeur Felber ayant trait à l'utilité générale des forêts au point de vue du régime des eaux, et l'autre de M. le professeur Decoppet exprimant le vœu de l'assemblée que les économies projetées au fédéral dans le subvention-