Zeitschrift: Bulletin de la Société Fribourgeoise des Sciences Naturelles = Bulletin der Naturforschenden Gesellschaft Freiburg

Herausgeber: Société Fribourgeoise des Sciences Naturelles

Band: 42 (1952)

Artikel: Les forces de succion de la zone cambiale des arbres

Autor: Schoenenberger, Antoine

Kapitel: Méthode

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-308315

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: 13.07.2025

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

Méthode

Je ne reviendrai pas sur la description et l'emploi de la méthode du levier. On peut les trouver à plusieurs reprises dans la bibliographie : URSPRUNG et BLUM (1930), URSPRUNG (1937), MALIN (1932) et REGLI (1933). Le seul changement que j'ai apporté à cette méthode fut de diminuer l'épaisseur du point de contact ; il fut rendu nécessaire par la minceur de la zone cambiale dans les mesures exécutées tangentiellement, et cherchait à éliminer autant que possible les tissus adjacents étrangers à cette zone.

a. Préparation et conservation du matériel

Il faut distinguer deux cas : les branches et les troncs.

Les branches d'un diamètre inférieur à 2 centimètres sont rapidement coupées à l'aide d'une scie ou d'un couteau très tranchant. Les sections ont 8 à 10 cm. de longueur. Sitôt séparées de l'arbre, elles sont mises dans un récipient de verre ou de grès rempli d'huile de paraffine.

La zone cambiale des troncs est préparée de la façon suivante : à l'aide d'un ciseau à bois bien affilé de 2,6 cm. de largeur, je détache dans l'écorce et dans le bois un prisme de 6 à 8 cm. de long et de 3 à 4 cm. de large. Pendant la saison de végétation, il est difficile d'obtenir l'échantillon complet, l'écorce se détachant chaque fois du bois. Des recherches anatomiques m'ont confirmé l'exactitude de l'opinion de RUSSOW (1883, p. 15), selon laquelle le cambium reste avec l'écorce, car la déchirure passe, la plupart du temps, par les jeunes éléments du bois. Dans les cas incertains, je prends également, par une seconde opération, un prisme dans le bois, comme le montre la fig. 1.

Arrivé au laboratoire, j'écorce rapidement les échantillons avec une lame de rasoir. Si la mesure de la force de succion se fait tangentiellement, j'exécute une première coupe dans les jeunes éléments du bois, puis une seconde, menée par le liber, à 2 mm. du cambium ; je détache ainsi la zone cambiale sur une longueur de 5 à 6 cm., obtenant une « poutrelle » de 3 mm. d'épaisseur que je débite en cubes de 3 mm. de long qui seront placés sous le levier, comme le montre la fig. 3.

Malheureusement, les branches de faibles dimensions ne se prêtent pas à une telle préparation ; l'écorce est souvent si mince sur certains rameaux (Fagus, Salix, Betula) qu'il est impossible d'obtenir un cube où le cambium traverserait le plan central ; dans ces conditions, le point de contact du levier n'est pas placé au centre, mais sur l'une des arêtes, ce qui provoque un déséquilibre de l'appareil.

Fig. 1 et 2. Façon d'exécuter les coupes.

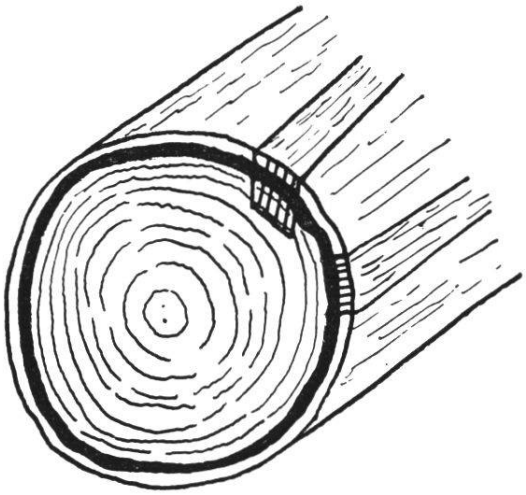

Fig. 1

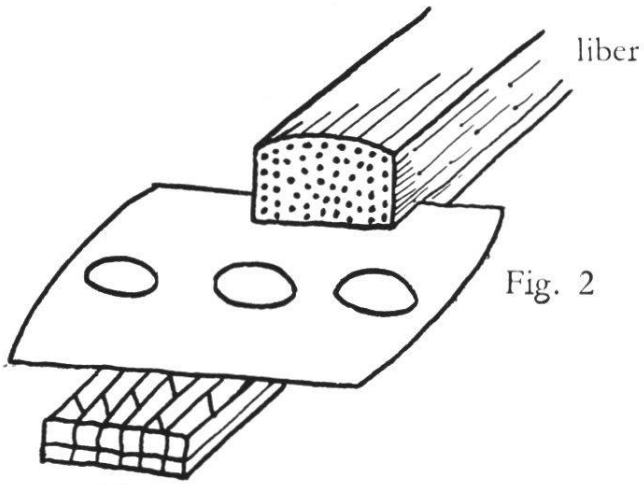

Fig. 2

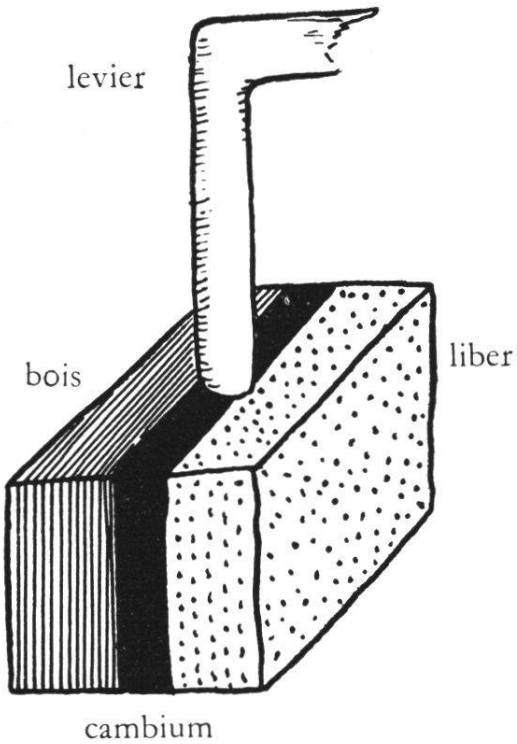

Fig. 3

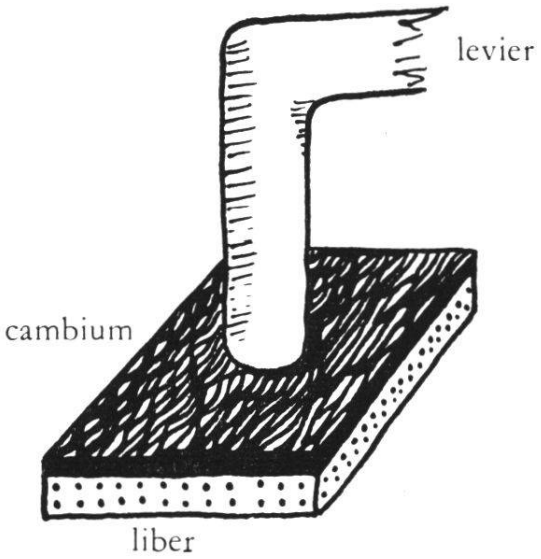

Fig. 4

Fig. 3. Mesure tangentielle des forces de succion.
Fig. 4. Mesure radiale des forces de succion.

Tab. 1. Réaction de la zone cambiale des troncs et des branches

Temps/min.	1	5	10	15	20	25	30	35	40
Force de succion en atm.	Changement d'épaisseur								
	Branche de *frêne :* ∅ = 1,2 cm., mesure radiale, 8 II 51								
27,2	+12	+18	+26	+32	+41	+49	+53	+55	+61 [1]
28,1	+ 3	+ 6	+ 8	+10	+13	+16	+18	+21	+21
29,0	+ 4	+ 7	+ 9	+11	+12	+12	+13	+12	+11
29,4	+ 3	+ 6	+ 5	+ 6	+ 7	+ 7	+ 8	+ 9	+ 9
30,4	0	— 2	— 4	— 5	— 8	— 9	—11	—13	—13
31,3	0	— 9	—17	—21	—24	—24	—24	—24	—24
	Tronc de *frêne :* ∅ = 27 cm., mesure radiale, 16 V 50								
8,2	+ 7	+19	+34	+41	+43	+43	+43	+43	—
9,7	+ 2	+13	+17	+24	+27	+31	+30	+30	—
11,2	— 6	— 9	—11	—19	—21	—24	—24	—24	—
12,8	—15	—34	—47	—51	—51	—52	—52	—	—
	Le même, mesure tangentielle								
6,7	+ 4	+16	+23	+29	+31	+32	+33	+33	—
8,2	0	+ 3	+ 7	+ 9	+11	+11	+11	+11	—
9,7	0	+ 5	+ 6	+ 6	+ 6	+ 6	+ 6	+ 6	—
11,2	0	+ 2	— 1	— 5	— 7	—10	—14	—	—
12,8	— 3	—10	—15	—19	—22	—23	—26	—	—
	Tronc de *saule :* ∅ = 8 cm., mesure radiale, 19 XI 50								
5,3	+14	+38	+44	+45	+45	+45	+45	—	—
6,7	+ 9	+31	+43	+45	+47	+47	+49	—	—
8,2	+ 2	+ 5	+ 7	+ 9	+11	+14	+17	—	—
9,7	+ 3	+ 1	+ 3	+ 5	+ 8	+ 8	+ 8	—	—
11,2	0	+ 1	+ 2	+ 2	+ 1	+ 1	+ 1	—	—
12,8	— 1	— 2	— 3	— 7	— 8	— 8	— 8	—	—
14,5	0	— 3	— 7	—15	—18	—23	—30	—	—
16,2	— 1	— 3	— 8	—19	—31	—38	—39	—	—
18,0	— 5	—17	—31	—39	—46	—51	—56	—	—
	Le même, mesure tangentielle								
5,3	+ 1	+ 3	+ 7	+ 9	+11	+11	+13	—	—
8,2	+ 2	+ 4	+ 6	+ 7	+ 7	+ 7	+ 7	—	—
11,2	0	— 1	— 1	— 1	0	+ 1	+ 1	—	—
14,5	0	— 3	— 5	— 6	— 7	— 9	—10	—	—
18,0	— 4	— 8	—10	—11	—13	—15	—23	—	—

[1] + 61 donne l'amplitude totale d'extension après 40 minutes ; — 24 donne la diminution totale après le même temps. Ces chiffres donnent le nombre de divisions du micromètre, une division représentant un changement d'épaisseur de 0,3 à 1,7 μ.

A l'aide d'une lame de rasoir, j'enlève le liber (fig. 2) presque jusqu'à la limite du cambium, opération assez facile parce que la zone génératrice libéro-ligneuse tranche nettement par sa blancheur sur les tissus avoisinants. Puis, d'un second coup de rasoir, s'il y a nécessité, je décolle le bois. J'obtiens ainsi un ruban de 5 à 6 cm. de long, de 3 de large et d'une épaisseur de 0,2 à 0,5 mm. Par des sections transversales, j'en tire des carrés de 3 mm. de côté qui seront placés sous le levier, comme le montre la fig 4.

b. Sensibilité et vitesse de réaction des tissus

La sensibilité des appareils permet, comme le montre le tableau 1, une bonne réaction de la zone cambiale des troncs et des branches. Les coupes radiales réagissent beaucoup plus que les coupes tangentielles, phénomène compréhensible, puisque la région génératrice

Tab. 2. Réaction de la zone cambiale des rameaux

Temps/min.	1	5	10	15	20	25	30
Concentr. solution saccharose Mol	Changement d'épaisseur						
	Frêne : ∅ = 0,4 cm., 17 V 50						
0,25	+1	+ 4	+10	+13	+14	+16	+16
0,30	0	+ 6	+ 7	+ 8	+ 9	+ 9	+ 9
0,35	—2	+ 1	0	0	0	0	0
0,40	0	0	0	— 2	— 8	—10	—12
0,45	0	— 3	— 5	— 8	—10	—13	—19
0,50	0	— 7	—21	—23	—23	—23	—23
	Frêne : ∅ =0,7 cm., 5 IX 50						
0,65	+2	+ 7	+ 7	+13	+15	+16	+18
0,70	+2	+ 8	+11	+16	+19	+21	+24
0,75	—1	— 4	—16	—17	—17	—18	—18
0,80	—4	— 9	—14	—19	—24	—25	—34
	Saule : ∅ = 0,5 cm., 24 VIII 50						
0,20	+4	+ 6	+ 7	+ 8	+ 8	+ 8	+ 8
0,25	+9	+11	+13	+11	+10	+10	+10
0,30	0	0	— 2	— 3	— 3	— 2	— 2
0,35	—3	— 7	— 9	—11	—13	—13	—13

se trouve, dans le second cas, entourée des tissus du bois et du liber, qui diminuent sa possibilité d'extension.

Souvent, les branches et les rameaux de petites dimensions ne donnent pas des réactions aussi sensibles. Cela provient du fait qu'il est difficile de séparer le cambium et les tubes criblés des tissus adjacents. L'ensemble, en effet, est de dimensions très réduites, le plus souvent 20 à 100 μ (tab. 2).

La vitesse de réaction dépend avant tout de l'état de la végétation. Pendant la saison morte, l'équilibre se fait plus lentement, tandis qu'au printemps et durant la majeure partie de l'été, il est obtenu au bout de 20 minutes environ (tab. 3). Le phénomène s'explique en partie, si l'on sait que le cambium entrant en activité amincit ses parois cellulaires et que la quantité d'auxine augmente au moment de la croissance en épaisseur (COCKERHAM 1930 ; SÖDING, 1937). Cependant, le résultat définitif se voit déjà 30 minutes plus tard, quel que soit le moment de l'année.

Pendant la saison de croissance et pendant la période de végétation, les nouvelles couches du bois en formation réagissent aux appareils, mais d'une façon beaucoup moins sensible que le cam-

Tab. 3. Vitesse de réaction selon l'état de la végétation

Temps/min.	1	5	10	15	20	25	30	60
Concentr. solution saccharose Mol	Changement d'épaisseur							
	Tronc de *bouleau :* ∅ = 13 cm., 12 VI 50							
0,20	+19	+33	+50	+61	+64	+65	+65	+65
0,25	+ 6	+13	+17	+21	+22	+24	+25	+26
0,30	0	+ 5	+ 7	+ 6	+ 6	+ 6	+ 5	+ 4
0,35	— 2	— 7	—10	—14	—17	—17	—17	—20
0,40	— 9	—24	—42	—42	—42	—42	—42	—43
	Le même, 30 XI 50							
0,70	+14	+23	+31	+44	+49	+52	+59	+75
0,75	+16	+19	+22	+25	+27	+30	+31	+34
0,80	+11	+14	+17	+18	+16	+16	+15	+15
0,85	+ 1	0	0	+ 1	+ 3	+ 4	+ 4	+ 7
0,90	0	— 2	— 3	— 5	— 7	— 9	—12	—21
0,95	—15	—41	—62	—67	—71	—71	—73	—76

bium et les tubes criblés. En hiver, les réactions du bois sont nulles ou à peine perceptibles ; leur interprétation pouvant donner lieu à confusion, il n'en a pas été tenu compte (tab. 4). A ce sujet, COCKERHAM (1930) constate sur Acer Pseudoplatanus que le xylème est complètement lignifié jusqu'à la zone cambiale.

Tab. 4. Comparaison entre les réactions du bois et du cambium

Temps/min.	1	5	10	15	20	25	30	35
Concentr. solution saccharose	Changement d'épaisseur							
	Tronc de *frêne :* 15 V 50, zone cambiale							
0,15	+ 7	+ 19	+ 23	+25	+26	+26	+26	+26
0,20	+ 3	+ 12	+ 17	+20	+24	+29	+31	+31
0,25	0	+ 5	+ 9	+10	+ 9	+ 9	+ 9	+ 9
0,30	0	— 3	— 8	—15	—17	—17	—17	—17
0,35	—13	135	146	—47	—47	—47	—47	—47
	Le même, côté bois							
0,15	+ 2	+ 3	+ 8	+ 8	+ 8	+ 8	+ 8	+ 8
0,20	+ 2	+ 2	+ 2	+ 2	+ 2	+ 2	+ 2	+ 2
0,25	0	— 1	— 1	— 2	— 4	— 4	— 4	— 4
0,30	— 3	— 4	— 3	— 3	— 3	— 3	— 3	— 3
0,35	— 2	— 3	— 5	— 6	— 9	—16	—17	—17
	Tronc de *frêne :* 20 I 51, zone cambiale							
0,90	+ 6	+ 14	+ 19	+19	+20	+20	+21	+21
0,95	+ 7	+ 16	+ 21	+21	+20	+17	+16	+15
1,00	+ 2	+ 5	+ 9	+10	+16	+16	+16	+16
1,05	—11	— 23	— 27	—27	—31	—33	—34	—34
1,10	—19	— 22	— 23	—23	—23	—23	—23	—23
	Contrôle avec l'huile de paraffine							
	0	0	0	— 1	— 2	— 1	— 1	— 1
	Le même, côté bois							
0,80	+ 2	+ 2	+ 2	+ 2	+ 2	+ 2	+ 2	+ 2
0,85	+ 6	+ 3	+ 1	— 2	— 4	— 4	— 5	— 5
0,90	0	+ 1	+ 1	0	+ 1	— 3	— 3	— 3
0,95	0	+ 1	+ 1	+ 2	+ 2	+ 2	+ 2	+ 2
1,00	0	— 2	— 1	— 3	— 4	— 4	— 4	— 3
1,05	0	+ 1	+ 1	0	0	— 1	— 1	— 1
	Contrôle avec l'huile de paraffine							
	+ 2	+ 3	+ 4	+ 2	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1

c. Sources d'erreurs

On peut distinguer quatre catégories d'erreurs qui sont dues soit aux tensions et aux gonflements des tissus, soit aux pressions exercées sur les tissus lors de la récolte des échantillons, soit à l'hétérogénéité des tissus, soit enfin à des phénomènes essentiellement physiques.

C'est un fait, connu depuis les travaux de G. KRAUS (1880, p. 230), que les différents tissus d'une tige n'ont pas les mêmes tensions. Elles sont libérées lorsque ces tissus sont séparés les uns des autres. Si l'on met directement la zone cambiale sous le levier, après son isolement, on constate une élévation rapide du levier, puis une chute plus ou moins lente dépendant de la concentration de la solution (tab. 5). Un contrôle avec l'huile de paraffine permet aussi de déceler ces tensions.

J'observe des résultats semblables pour Fagus silvatica, Betula alba, Prunus avium.

Tab. 5. Tensions de la zone cambiale de Quercus Robur

Temps/min.	1	5	10	15	20	25	30	35	40	60
Concentr. solution sucre	Changement d'épaisseur									
	Mesures exécutées directement après la préparation des coupes									
0,60	+154	+173	+101	+90	+85	+84	+84	—	—	+26
0,65	+180	+141	+ 74	+62	+56	+40	+39	+24	—	— 9
0,70	+ 24	— 13	— 34	—34	—36	—37	—39	—41	—	—39
0,75	+ 59	+ 3	— 28	—46	—46	—46	—45	—44	—45	—45
	Contrôle avec l'huile de paraffine									
	+ 11	+ 20	+ 24	+25	+25	+23	+19	+17	+17	+17
	Avant les mesures, les coupes restent 1½ heure dans l'huile de paraffine									
0,25	+ 17	+ 39	+ 44	+47	+47	—	+47	—	—	+49
0,30	+ 6	+ 17	+ 20	+23	+25	+26	—	—	—	+32
0,35	+ 13	+ 19	+ 22	+22	+21	+21	+21	+21	+21	+16
0,40	+ 2	— 7	— 19	—25	—34	—35	—35	—	—35	—35
0,45	— 9	— 36	— 38	—38	—	—	—41	—	—	—41
0,50	— 20	— 43	— 47	—46	—46	—45	—45	—	—47	—52
	Contrôle avec l'huile de paraffine									
	+ 2	+ 1	+ 1	0	0	0	0	0	0	—3

Sur Fraxinus excelsior, Salix caprea, Acer Pseudoplatanus, Populus tremula, les tensions sont à peine perceptibles (tab. 6).

Par cet exemple, on peut constater que l'huile de paraffine n'est pas nocive ; elle freine quelque peu la vitesse de réaction pendant les premières minutes. Dans leurs recherches sur les forces de succion des aiguilles du Pinus silvestris, URSPRUNG et BLUM (1947, p. 473) ont démontré avec beaucoup plus d'ampleur sa passivité.

J'ai également fait des expériences sur des tissus morts placés dans différents liquides (eau, paraffine, solution de saccharose) et j'ai relevé des phénomènes de capillarité et de gonflement que je ne décrirai pas dans ce travail, car ils en dépasseraient nettement le cadre.

Les tissus vivants de Picea excelsa donnent des valeurs très élevées ; elles proviennent soit des pressions exercées lors de la récolte des échantillons, soit des perturbations causées par la coupe dans les tubes criblés. Leurs segments étant très longs (HUBER : 1400-3900 μ,

Tab. 6. Tensions de la zone cambiale de Acer Pseudoplatanus

Temps/min.	1	5	10	15	20	25	30	40	50	60
Concentr. solution sucre	Changement d'épaisseur									
	Mesures exécutées directement après la préparation des coupes									
0,30	+11	+29	+32	+36	+38	+40	+45	+51	+59	—
0,35	+ 4	+14	+14	+14	+15	+16	+16	+13	+12	—
0,40	+ 2	+ 6	+ 8	+ 9	+ 9	+10	+10	+10	+10	—
0,45	— 5	—18	—24	—24	—24	—27	—27	—27	—28	—
0,50	— 3	—29	—29	—29	—29	—29	—29	—	—	—
	Contrôle avec l'huile de paraffine									
	+ 1	+2	+ 2	+ 2	+ 2	+ 2	+ 2	+ 2	+ 2	—
	Avant les mesures, les coupes restent ½ h. dans l'huile de paraffine									
0,30	+ 3	+20	+27	+34	+34	+34	+34	+34	+34	—
0,35	0	+11	+15	+15	+16	+18	+21	+22	+22	—
0,40	0	+ 3	+ 7	+ 7	+ 7	+ 6	+ 5	+ 5	+ 5	—
0,45	0	0	— 5	—14	—17	—23	—26	—30	—34	—
0,50	— 1	— 1	— 4	—10	—16	—21	—21	—21	—21	—
	Contrôle avec l'huile de paraffine									
	0	0	— 1	— 2	— 2	— 1	— 1	0	0	—

1939, p. 191) nécessitent la préparation d'échantillons trop grands qui déséquilibrent les appareils. Si j'en réduis la longueur à celle des feuillus, je constate les mêmes phénomènes que ceux observés sur les tissus morts (tab. 7).

Tab. 7. Tensions observées sur les tissus morts du Picea excelsa

Temps/min.	1	5	10	15	20	25	30
Concentr. solution saccharose	Changement d'épaisseur						
2,5	—6	—28	—56	—92	—119	—137	—178
2,0	+5	+35	+53	+72	+ 82	+ 97	+109
	Contrôle avec l'huile de paraffine						
	—5	— 9	—10	—11	— 12	— 13	—

Si les pressions exercées sur la couche du cambium sont trop fortes, j'obtiens des résultats manquant de précision. Dans les études préliminaires à ce travail, j'utilisais, pour récolter les échantillons, un foret d'accroissement (système Mattson, Mora) de 4 mm. de diamètre ; invariablement j'obtenais des valeurs qui n'avaient pas une rigoureuse exactitude (tab. 8).

Tab. 8. Effets de pression sur le cambium du Fagus silvatica

Temps/min.	1	5	10	15	20	25	30
Concentr. solution saccharose	Changement d'épaisseur						
0,95	+17	+23	+24	+21	+17	+ 13	+ 8
1,00	+ 7	+ 9	— 4	— 8	—11	— 19	— 26
1,05	+ 9	+11	—12	—29	—44	— 63	— 82
1,10	+ 3	—34	—49	—60	—87	—110	—115

Après plusieurs essais, j'utilisai un ciseau à bois de 2,6 cm. de large. En n'expérimentant que sur la partie centrale des échantillons, il est possible d'éliminer les sources d'erreurs dues à la compression.

Hétérogénéité des tissus. Il est nécessaire de comparer des tissus rigoureusement semblables. PFEIFFER (1937), avec la méthode

cryoscopique, note une différence de 4 atmosphères entre le cambium et l'écorce interne. CHIEN-REN-CHU (1936) note pour Acer platanoïdes une différence de 11,5 atmosphères. Pour ma part (p. 213), je note des variations considérables (tab. 9) suivant le cycle des saisons.

Tab. 9. Forces de succion de tissus provenant du même échantillon, Fagus silvatica

Temps/min.	1	5	10	15	20	25	30
Atm.				Zone cambiale			
12,8	+16	+38	+44	+51	+56	+57	—
14,5	+11	+21	+24	+23	+25	+27	+28
16,2	+ 1	+ 7	+ 9	+10	+11	+11	+12
18,0	— 3	— 5	— 7	—16	—23	—31	—34
19,8	— 2	—15	—29	—42	—42	—42	—42
				Zone des tubes criblés et du parenchyme			
18,0	+25	+40	+65	+73	+75	+76	+76
19,8	+10	+25	+28	+30	+29	+29	+29
21,8	+ 2	+14	+21	+23	+24	+25	+25
23,8	0	+ 2	+ 2	+ 2	+ 2	+ 2	— 3
25,9	— 7	—15	—23	—32	—37	—37	—37

J'ai constaté également des erreurs dues à des phénomènes physiques : effets de courbure de l'échantillon, de capillarité (Quercus, Fagus). Je n'insisterai pas sur ces défectuosités, puisqu'elles ont déjà été décrites dans les travaux de URSPRUNG et BLUM (1930) et de MALIN (1932).

Répartition des forces de succion dans les différentes parties de l'arbre

1. Forces de succion dans les branches

Il eût été intéressant de comparer des branches du même arbre, de même hauteur d'insertion et de même diamètre, mais de telles conditions se présentent rarement (p. 205 s.). De plus, au début de ce travail, il m'était encore difficile de préparer rapidement les échantillons et, de ce fait, de mesurer en même temps les différents objets envisagés.