

Zeitschrift:	Berichte der Schweizerischen Botanischen Gesellschaft = Bulletin de la Société Botanique Suisse
Herausgeber:	Schweizerische Botanische Gesellschaft
Band:	60 (1950)
Artikel:	Nouvelle contribution à l'étude du géotropisme des étamines d' <i>Hosta caerulea</i> Tratt
Autor:	Pilet, P.-E.
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-42124

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: 30.12.2025

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

Nouvelle contribution à l'étude du géotropisme des étamines d'*Hosta caerulea* Tratt.

Par P.-E. Pilet

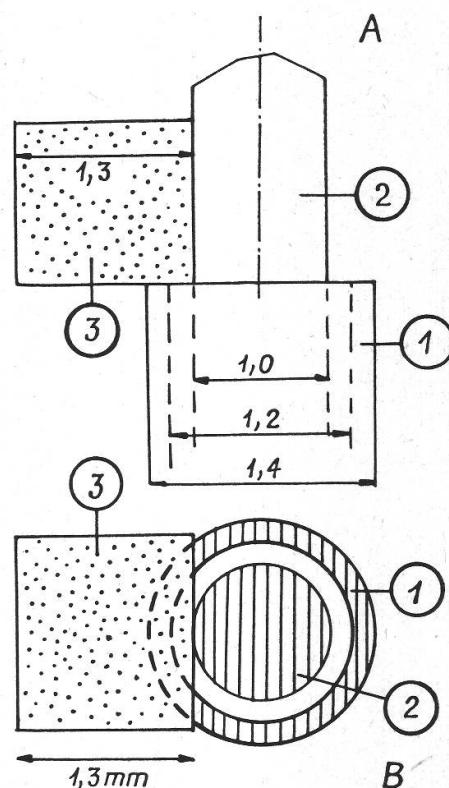
(Laboratoire de botanique de l'Université de Lausanne)

Manuscrit reçu le 16 novembre 1949

I. Rappel des premiers résultats obtenus

Nous avons montré, dans un précédent travail (21), le comportement particulier des étamines d'*Hosta caerulea* Tratt. vis-à-vis de la pesanteur. Nous avions vu en effet que, primitivement dirigées vers le bas (Géotr. +), ces étamines ne tardaient pas à changer de direction. La lumière pouvait être considérée comme la cause essentielle de cette

Figure 1
Coléoptile et bloc d'agar
A Vue de face
B Vue de dessus
1. Coléoptile. 2. Feuille primaire.
3. Agar



inversion : lorsque les fleurs s'ouvrent, les étamines en reçoivent davantage. Nous nous sommes attachés, ensuite, à l'étude de l'activité des auxines de ces étamines. Nous avons pu montrer à l'aide du test Avena (2, 8, 26, 27, 32, etc.) que ces auxines agissaient également sur la coléop-

tile d'avoine, d'où la non-spécificité de ces hormones, fait déjà signalé par de nombreux auteurs (1, 2, 3, 6, 28, 31, 35, etc.). Nous avons montré ensuite qu'il y avait moins d'auxines dans les étamines de la fleur ouverte que dans celles du bouton. Pour expliquer ces résultats, nous avons pensé au rôle destructeur de la lumière (3, 4, 13, 15, 17, 34, 36, etc.). En songeant finalement à l'action très importante de la pesanteur sur les hormones de croissance (5, 7, 8, 9, 11, 25, etc.), il nous était possible d'avancer une hypothèse expliquant l'inversion géotropique des étamines. « Sous l'action de la pesanteur, l'étamine subit une répartition dissymétrique des auxines qu'elle contient. Celles-ci s'accumulent sur la face inférieure, entraînent, suivant leur concentration, une inhibition ou au contraire une accélération de la croissance. » (Voir 21, p. 193.)

II. Les auxines dans l'étamine

a) Technique

Dans notre première étude, nous avons indiqué très sommairement la technique utilisée pour mettre en évidence l'activité des auxines (v. 21, p. 190). Les blocs d'agar contenant les hormones avaient pour dimen-

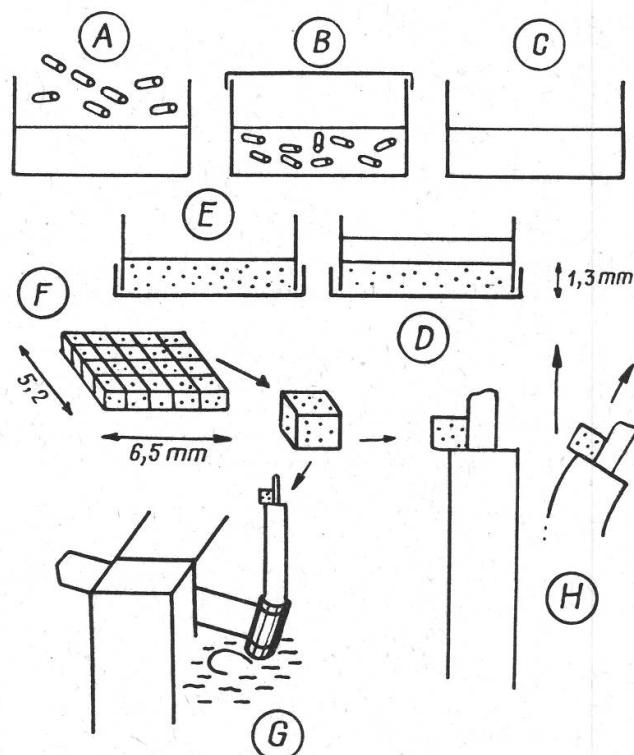


Figure 2

- Technique d'extraction
- A et B. Les fragments de 2 étamines sont placés dans des récipients de verre contenant du chloroforme
 - C. Ces fragments, au bout d'une heure, sont enlevés, les auxines qu'ils contenaient ont passé dans le solvant
 - D. Le chloroforme est versé dans des cuves métalliques démontables, contenant de l'agar
 - E. On laisse évaporer le chloroforme
 - F. La plaque d'agar est débitée en 20 blocs égaux
 - G. La coléoptile d'Avena, maintenue parfaitement verticale, est chargée d'un de ces blocs
 - H. Au bout de 90 minutes, on mesure l'angle que fait la coléoptile avec la verticale

sions $3 \times 3 \times 2$ mm. Nous avons remplacé ces blocs, trop grands, par des cubes de 1,3 mm d'arête (v. figure 1). L'extraction des auxines a été faite par le chloroforme. Nous avons modifié passablement les techniques courantes (1, 2, 10, 14, 16, 18, 24, 30, 32, 35, etc.) tout en conservant le

principe essentiel qui consiste à extraire les auxines par un solvant, et faire évaporer ce produit sur de l'agar (v. figure 2). Les blocs d'agar étant ensuite convenablement découpés et placés sur les coléoptiles décapitées.

b) Recherche de l'angle de courbure des coléoptiles

Nous allons donner la liste des angles obtenus pour des blocs de 1,3 mm d'arête, dix de ces blocs correspondent à une étamine, les valeurs $B_1, B_2, B_3 \dots B_{10}$ représentent la moyenne de dix de ces blocs. L'activité des auxines dans l'étamine est représentée par $10,7^\circ$ pour le bouton (tableau 1) et $5,3^\circ$ pour la fleur (tableau 2). Avec des blocs de $3 \times 3 \times 2$ mm, nous avions trouvé respectivement $11,2^\circ$ et $6,4^\circ$.

Tableau 1

Pour simplifier, nous ne donnerons ici que les moyennes de dix mesures, mais le calcul des probabilités a été fait naturellement sur toutes les mesures.

B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	B_6	B_7	B_8	B_9	B_{10}	Total
1,0	1,0	0,4	1,3	1,6	1,7	0,5	1,0	1,1	1,0	10,6
1,0	0,5	1,0	1,3	0,4	1,6	0,8	1,0	1,0	1,7	10,3
1,2	0,4	0,8	1,3	1,1	1,7	1,3	1,0	0,9	1,2	10,9
1,3	1,2	0,1	0,6	1,3	1,8	1,7	0,6	1,0	1,2	10,8
1,2	1,0	1,5	1,7	1,4	1,6	0,6	0,5	0,7	0,5	10,7

$$\text{Erreur quadratique moyenne } \mu = \sqrt{\frac{\sum \lambda i^2}{n-1}} \quad n=500 \quad \sum \lambda i^2 = 184 \quad \mu \cong 0,6$$

$$\text{Erreur à craindre } \sigma = \sqrt{\frac{\sum \lambda' i^2}{n'(n'-1)}} \quad n'=50 \quad \sum \lambda' i^2 = 400 \quad \sigma = 0,4, \text{ donc } M_1 = 10,7 \pm 0,4$$

Tableau 2

B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	B_6	B_7	B_8	B_9	B_{10}	Total
0,5	0,4	0,9	1,0	1,2	0,3	0,2	0,5	0,0	0,1	5,1
0,4	0,4	0,2	0,5	0,7	0,1	0,7	1,2	0,8	0,9	5,9
0,5	0,5	0,7	0,2	0,1	1,0	1,0	0,3	0,2	0,5	5,0
1,1	0,3	0,2	0,6	0,4	0,1	0,1	1,2	1,0	0,4	5,4
1,0	0,5	0,2	0,2	0,6	1,1	0,4	0,1	0,5	0,5	5,1

$$\mu = \sqrt{\frac{\sum \lambda i^2}{n-1}} \quad n=500 \quad \sum \lambda i^2 = 179 \quad \mu \cong 0,6$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum \lambda' i^2}{n'(n'-1)}} \quad n'=50 \quad \sum \lambda' i^2 = 224 \quad \sigma \approx 0,3, \text{ donc } M_2 = 5,3 \pm 0,3$$

Ces résultats sont significatifs, en effet :

$$S = \text{écart} \geq 2 \text{ pour } n=50 \quad S = \frac{M_1 - M_2}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}} = \frac{10,7 - 5,3}{\sqrt{0,16 + 0,09}} = 10,8.$$

c) Unité d'activité, le mol ABIA

Il était cependant fort mal commode d'indiquer en degrés l'activité des auxines. A la suite de certains auteurs (1, 2, 10, 12, 14, 23, 29, etc.), il nous a paru préférable de comparer cette activité à celle de l'acide

Figure 3
Recherche des angles de courbure de la coléoptile en fonction
de la concentration des blocs d'agar en acide
b. indolyl-acétique

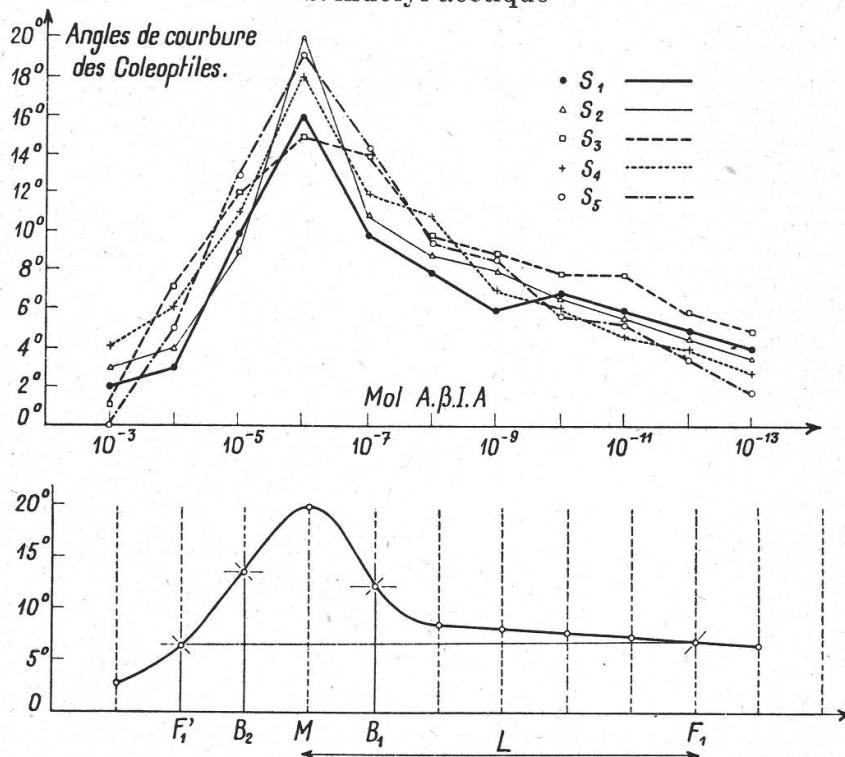


Figure 4
Courbe moyenne, construite à partir des courbes de la fig. 3.
La signification des lettres se trouvent dans le texte
(V. II d)

b. indolyl-acétique sur la coléoptile. Nous préparons des blocs d'agar contenant de l'hétéro-auxine en concentration déterminée, 10^{-5} mol ABIA, 10^{-12} mol ABIA, etc. (le mol ABIA = 175). Les essais ont été faits à une température de $18^\circ \pm 2$ et à un degré hygrométrique égal à 80 % ± 5 . Nous avons exécuté plusieurs séries de mesures (S_1, S_2, \dots, S_5),

chaque série comprenant 150 déterminations. Seules les moyennes ont été relevées sur le graphique (v. figure 3). On a pu ainsi établir une courbe moyenne (v. figure 5) où la variation de l'angle de courbure de la coléoptile est exprimée en fonction de la concentration des blocs d'agar en hétéro-auxine. Cette courbe typique identique à celles trouvées ailleurs (13, 19, 20, 21, 22, 23, 28, 29, 30, 33, 34, etc.) nous montre que pour de fortes doses d'auxines il y a inhibition de croissance, tandis que des doses faibles demeurent sans action.

d) Activité des auxines dans l'étamine

Remplaçons, à l'aide de la courbe précédente (v. figure 4), les angles trouvés en II b. Pour la fleur, deux cas sont à considérer: F_1 et F'_1 . La seconde valeur n'a pas de signification, en effet, on sait qu'il doit y avoir très peu d'auxines actives dans les étamines (10, 13, 19, 28, 31, etc.), et d'autre part, en admettant cette valeur, on ne comprendrait pas qu'il y ait davantage d'auxines actives dans une étamine exposée à la lumière que dans une étamine à l'obscurité. Il faut donc adopter 10^{-12} mol ABIA comme valeur de l'activité des auxines dans les étamines de la fleur. Pour le bouton, l'angle de $10,7^\circ$ correspond à deux valeurs très voisines B_1 et B_2 . Nous adopterons la valeur moyenne M égale à 10^{-6} mol ABIA.

La valeur L du graphique peut représenter la quantité d'auxines actives transformées en lumi-auxines inactives sous l'action de la lumière (3, 4, 13, 15, 17, etc.).

III. Nouvelles expériences

Il fallait prouver que la lumière jouait le rôle essentiel dans l'inversion géotropique des étamines. Il suffisait pour cela de réaliser les expériences suivantes :

a) Comportement des étamines à l'obscurité

Nous avons fabriqué une série de petites boîtes closes, dans lesquelles nous avons introduit le bouton encore fermé. En suivant la position des étamines nous obtenons le tableau 3.

Tableau 3

Observation	5 fleurs à l'obscurité		5 fleurs à la lumière	
	étamines géotropiquement +	étamines géotropiquement -	étamines géotropiquement +	étamines géotropiquement -
Ouverture	27	3	25	5
2 heures après l'ouverture	25	5	18	12
4 heures après l'ouverture	23	7	8	22
6 heures après l'ouverture	20	10	1	29

Les chiffres nous indiquent très nettement qu'à l'abri de la lumière, les étamines restent, pour la plupart, géotropiquement positives. L'inversion ne se produit guère qu'en présence de lumière.

b) Comportement des étamines en présence de b. indolyl-acétate de K

On découpe deux heures avant l'ouverture du bouton un petit fragment de la corolle et on répand sur les étamines un cm^3 de solution aqueuse de b. indolyl-acétate de K à différentes concentrations. Les observations sont faites au moment de l'ouverture (A), deux heures (B) et quatre heures (C) après. Nous obtenons le tableau 4.

Là encore les résultats sont significatifs. Pour une trop forte concentration, les étamines sont détruites, mais pour des concentrations plus faibles, on peut remarquer que quatre heures après l'ouverture, la plupart des étamines sont encore géotropiquement positives, alors que les témoins ont déjà changé de direction. L'inversion n'a pas eu lieu, la quantité de substance de croissance ajoutée ayant compensé la perte en auxines actives des étamines exposées à la lumière.

Tableau 4

Concentrations en mol BIAK	Observation	Etamines géo- tropiquement +		Etamines dégénérées	Concentration en mol BIAK	Observation	Etamines géo- tropiquement +		Etamines dégénérées
		A	B				A	B	
0	A	25	5	0	10^{-7}	A	28	1	1
	B	18	12	0		B	27	1	2
	C	8	22	0		C	27	0	3
10^{-4}	A	5	3	22	10^{-8}	A	28	2	0
	B	4	1	25		B	27	1	2
	C	1	0	29		C	27	1	2
10^{-5}	A	10	4	16	10^{-9}	A	28	2	0
	B	8	2	20		B	25	5	0
	C	6	1	23		C	20	9	1
10^{-6}	A	18	7	5	10^{-10}	A	26	4	0
	B	16	5	9		B	18	12	0
	C	15	4	11		C	10	19	1

c) Comportement des étamines à la lumière

Très tôt avant l'ouverture du bouton, les étamines n'ont pas encore acquis de direction propre, elles ne sont pas encore géotropiquement

positives. Dix-huit heures avant l'ouverture de la fleur, nous lui enlevons sa corolle et nous observons le comportement des étamines. Les résultats étant indiqués dans le tableau 5.

Tableau 5

Observation	5 fleurs à corolle enlevée				Témoins		
	Etamines indifférentes	Etamines géotropiquement +	Etamines géotropiquement -	Etamines dégénérées	Etamines indifférentes	Etamines géotropiquement +	Etamines géotropiquement -
18 heures avant . . .	30	0	0	0	30	0	0
12 heures avant . . .	25	1	4	0	22	8	0
6 heures avant . . .	17	1	12	0	15	15	0
Ouverture	2	2	26	0	0	25	5
2 heures après . . .	0	2	27	1	0	18	12
4 heures après . . .	0	0	28	2	0	8	22
6 heures après . . .	0	0	28	2	0	1	29

Ces essais nous montrent que les étamines soumises immédiatement à l'action de la lumière deviennent directement géotropiquement négatives. Il est donc prouvé que la lumière contrôle l'inversion.

IV. Conclusion

Cette rapide étude nous permet donc de confirmer l'hypothèse présentée dans notre précédent travail (v. I) et nous autorise les remarques suivantes :

1. Il y a moins d'auxines actives dans les étamines de la fleur que dans celles du bouton.
2. En mol d'acide b. indolyl-acétique (ABIA), on peut dire que l'activité de ces hormones de croissance est de 10^{-12} mol ABIA pour les étamines de la fleur et de 10^{-6} mol ABIA pour celles du bouton.
3. Placées à l'obscurité, les étamines demeurent géotropiquement positives. C'est précisément ce qui se passe dans le bouton.
4. En présence de b. indolyl-acétate de K, les étamines ne subissent pas l'inversion géotropique et conservent leur position primitive. L'inversion ne peut donc se produire que sous l'action d'une diminution d'auxines actives.
5. En présence de la lumière, les étamines encore indifférentes deviennent directement géotropiquement négatives, elles ne passent donc pas par le stade intermédiaire.

6. C'est donc bien sous l'action de la lumière que l'inversion se produit.
7. Résumons maintenant schématiquement le mécanisme de cette inversion. Nous partons des étamines du bouton (v. figure 5 B), placées horizontalement, elles subissent une répartition dissymétrique des auxines qu'elles contiennent, celles-ci s'accumulent sur la face

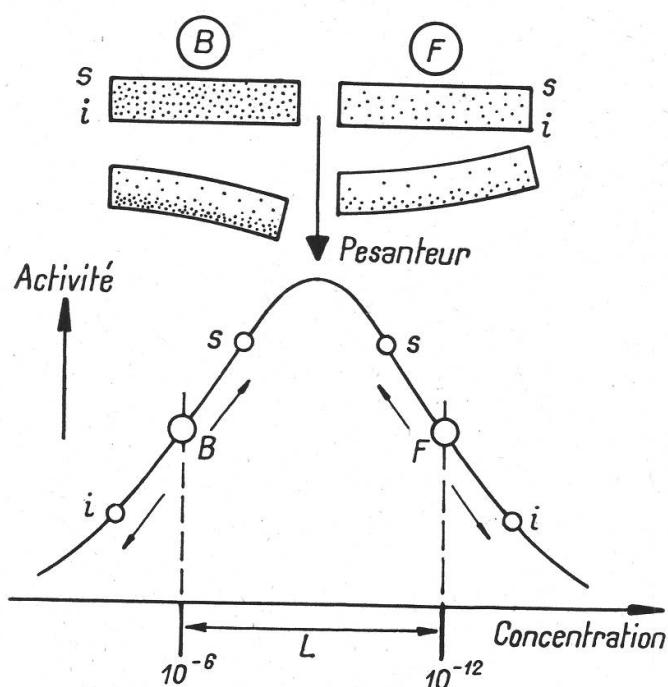


Figure 5

Les étamines du bouton (B) et de la fleur (F) sont placées horizontalement, la pesanteur agit sur la répartition des auxines qui se trouvent ainsi en plus grande quantité sur la face inférieure (i) que sur la face supérieure (s)

Le graphique exprime schématiquement la variation d'activité de croissance des étamines en fonction de la concentration des auxines qu'elles contiennent
(V. IV. 7)

inférieur (B, i). Mais en suivant la courbe de croissance, on constate qu'une accumulation d'hormones entraîne une inhibition de croissance sur cette face (i), tandis que c'est le contraire pour la face supérieure (s); il en résulte que la face s croît davantage que la face i, d'où géotropisme + (v. B, 2). Si nous examinons les étamines de la fleur, c'est l'inverse qui se produit, la face inférieure augmentant plus que la face supérieure. Le passage de l'état B (primitif) à l'état F (final) s'explique par une variation de lumière qui entraîne une transformation des auxines actives en lumiauxines inactives (L).

Bibliographie

1. Avery, G. S. Jr. Alcohol extraction of growth hormone from plant tissue
Amer. Journ. Bot. **26**, 679, 1939.
2. — Extraction methods in relation to hormone content of maize endosperm.
Amer. Journ. Bot. **27**, 289, 1940.

3. Blaauw, A. H. Licht und Wachstum.
 I. Zeitschr. f. Bot. **20**, 321, 1914.
 II. Zeitschr. f. Bot. **7**, 465, 1915.
 III. Mededeelingen v. d. Lamdbouwhoogeschool **15**, 89, 1919.
4. DuBuy, H. G., und Nuernbergk, E. Phototropismus und Wachstum der Pflanzen.
 I. Ergeb. d. Biol. **9**, 358, 1932.
 II. Idem **10**, 207, 1933.
 III. Idem **12**, 325, 1935.
5. Cholodny, N. Beitrag zur Analyse der geotropischen Reaktion. Jahrb. f. wiss. Bot. **LXV**, 447, 1926.
6. Dijkman, M. J. Wuchsstoff und geotropische Krümmung bei *Lupinus*. Rec. Trav. Bot. Néerl. **31**, 391, 1934.
7. Dolk, H. E. Geotropie en grosistof. Diss. Utrecht, 1930. Engl. translation in Rec. Trav. Bot. Néerl. **33**, 509, 1936.
8. — Concerning the sensibility of decapitated coleoptiles of *Avena sativa* for light and gravitation. Proc. kon. Ak. Wetensch. Amsterdam **29**, 1113, 1926.
9. Geiger-Huber, et Huber, H. Über die Ursache des gegensätzlichen geotropischen Verhaltens von Sporen und Wurzeln. Experientia **1**, 26, 1945.
10. Haagen-Smit, A. J., Leech, W. D., et Bergren, W. R. The estimation, isolation and identification of auxins in plant materials. Amer. Journ. Bot. **29**, 500, 1942.
11. Hawker L. E. Experiments on the perception of gravity by roots. The New Phytologist. Cambrigde **31**, 321, 1932.
12. Jost, L. Zur Physiologie der Wuchsstoffe, Zeitschr. f. Bot. **33**, 193, 1938.
13. Koegel, F. Etudes et recherches sur les phytohormones. Inst. Nat. Cooper. int. Paris, 1938.
14. Kulescha, Z. Remarque sur l'emploi de trypsines pour l'extraction des substances de croissance contenues dans les tissus végétaux. C.R. des Sc. Soc. Biol. **CXLII**, 931, 1948.
15. Laibach, F. Zur Frage der Inaktivierung des Wuchsstoffes durch Licht. Ber. d.deutsch. bot. Ges. **LVI**, 298, 1938.
16. Linser, H. Zur Methodik der Wuchsstoffbestimmung. II. Die Extraktion von Pflanzenmaterial. Planta **29**, 392, 1939.
17. Overbeek, van, J. Wuchsstoff, Lichtwachstumreaktion und Phototropismus bei *Raphanus*. Rec. Trav. Bot. Néerl. **30**, 537, 1933.
18. — A simplified method for auxin extraction. Proc. nat. Acad. Sci. Washington **XXIV**, 42, 1938.
19. Pfäeltzer, J. W. Langtekracht, groeitof on groei bij het coleoptiel van *Avena sativa*. Diss. Utrecht, 1934.
20. Pilet, P.-E. Essais de bouturage de *Cereus* spec. et *Phyllocactus* spec. Rev. hort. suisse **10**, 1948.
21. — Contribution à l'étude du géotropisme des étamines d'*Hosta caerulea* Tratt. Bull. Soc. vaud. Sc. nat. **64**, 273, 185, 1949.
22. — Etude de l'action de l'a. naphtacetylglycinate de K sur le développement de *Salvinia natans* (L.) All. Experientia, Vol. V/3, 119, 1949.
23. — Rhizogenèse chez *Thuja occidentalis* L. Rev. hort. suisse **10**, oct. 1949.

24. Skoog, F. A desceded Avena test method for small amounts of auxin and auxin precursors. *J. gen. Physiol.* **20**, 311, 1937.
 25. Snow, R. The conduction of geotropic excitation in roots. *Ann. of Bot.* **37**, 43, 1923.
 26. Söding, H. Zur Kenntnis der Wuchshormone in der Haferkoleoptile. *Jahrb. wiss. Bot.* **64**, 611, 1925.
 27. — Weitere Untersuchungen über die Wuchshormone der Haferkoleoptile. *Jahrb. wiss. Bot.* **71**, 184, 1929.
 28. Thimann, K. V. Studies on the growth hormone of plants. VI. The distribution of the growth substance in plant tissues. *J. gen. Physiol.* **18**, 23, 1934.
 29. — and Schneider, Ch. Differential growth in plant tissues II. A modified auxin test of high sensitivity. *Amer. J. Bot.* **26**, 792, 1939.
 30. — Skoog, F., and Byer, A. C. The extraction of auxin from plant tissues II. *Amer. J. Bot.* **29**, 598, 1942.
 31. Uyldert, J. E. The influence of growthpromoting substances on decapitated flowers-stalks of *Bellis perennis*. *Proc. Kon. Akad. Wetensch. Amsterdam* **31**, 59, 1928.
 32. Weij, H. G. van der. Die quantitative Arbeitsmethode mit Wuchsstoff. *Proc. Kon. Akad. Wetensch. Amsterdam* **34**, 875, 1931.
 33. Went, F. W. On growth accelerating substances in the coleoptile of *Avena sativa*. *Proc. Kon. Akad. Wetensch. Amsterdam* **30**, 10, 1926.
 34. — Wuchsstoff und Wachstum. *Rec. Trav. Bot. Néerl.* **25**, 1928.
 35. — Coleoptile growth as affected by auxinaging and food. *Proc. Kon. Akad. Wetensch. Amsterdam*, **38**, 752, 1935.
 36. Zimmerman, P. W., and Hitchcock, A. E. Effect of light and dark on responses of plants to growth substances. *Contrib. from Boyce Thomps. Inst.* **8**, 217, 1936.
-