

Zeitschrift: Mémoires de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles
Herausgeber: Société Vaudoise des Sciences Naturelles
Band: 10 (1950-1952)
Heft: 3

Artikel: Contribution à l'étude des hormones de croissance (Auxines) dans la racine de *Lens culinaris* MEDIKUS
Autor: Pilet, Paul-Emile
Kapitel: V: Origine des auxines radiculaires
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-256789>

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: 11.02.2026

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

E. CONCLUSION

Comme un résumé détaillé des résultats acquis a été présenté à la fin de chaque expérience, la conclusion sera brève et peut se réduire aux faits importants.

1. La circulation longitudinale des auxines est nette et paraît composée de deux courants distincts : le premier, le moins important, est basipète (pointe-collet) et lié au courant transpiratoire. Le deuxième, basifuge, résulte de l'action directe de la pesanteur.

2. La circulation latérale complique, dans la racine, le problème de la circulation des auxines. Maxima au niveau du méristème, elle augmente lorsque la racine est en relation avec les parties supérieures de la plante.

3. Si la lumière provoque la destruction (ou l'inactivation) des auxines, elle modifie la circulation latérale en l'accéléralant. Les auxines semblent fuir la lumière.

4. La température, lorsqu'elle augmente, entraîne une accéléralation de la circulation longitudinale, tandis qu'elle ne modifie pas le transport latéral. Son action est donc indirecte, elle modifie probablement l'importance du courant transpiratoire et par suite la valeur du déplacement longitudinal. La cyclose ne semble donc pas intervenir dans la circulation auxinique.

CHAPITRE V : ORIGINE DES AUXINES RADICULAIRES

A. HISTORIQUE

Déjà, à la suite des essais de SACHS (1873), CHOLODNY (1924) et BÜNNING (1928), on pouvait prévoir que la pointe de la racine, présentant une action inhibitrice sur le développement du reste de l'organe, est le siège d'une élaboration d'hormones de croissance. CHOLODNY (1928) dépose des pointes de racines de *Zea Mays* sur des coléoptiles décapitées et observe des courbures. Ces pointes sont donc des sources d'auxines. HEIDT (1931) montre que la décapitation des racines entraîne une accéléralation de croissance de celles-

ci¹. VAN DER WEIJ (1931) montre que la coléoptile produit encore des auxines pendant deux heures après la décapitation. GORTER (1932) s'oppose aux résultats de HEIDT, mais comme nous venons de le voir¹ l'inhibition n'est pas immédiate, elle dépend avant tout de l'âge de l'organe. HAWKER (1932) admet que les pointes de racines produisent une grande quantité d'auxines. CHOLODNY (1933) reprend et confirme ses travaux précédents. BOYSEN-JENSEN (1933) montre que la production d'hormones, par la pointe des racines s'accroît si l'agar utilisé est enrichi de certaines substances (chap. II. D. 3). Le glucose, en particulier, serait à la base de la formation des auxines. DU BUY (1933) cherche à préciser les facteurs qui agissent sur la production des auxines par les méristèmes et il insiste surtout sur le rôle de la pesanteur et de la température. THIMANN (1934) observe une production maxima d'auxines dans la racine DIJKMAN (1934) prétend qu'il n'y a pas de centres élaborateurs d'hormones chez les plantes et que les auxines seraient engendrées dans toutes les parties du végétal. KÖGL, ERXLEBEN et HAAGEN-SMIT (1934) montrent que chez *Hordeum* le siège de production des auxines est la graine. La formation des hormones de croissance augmenterait avec la germination. THIMANN et WENT (1934) étudient l'élaboration des hormones par les grains de pollen. AVERY (1935) s'occupe de la production des auxines dans les feuilles de *Nicotiana*; il constate que le degré d'élaboration diminue si l'âge de la feuille augmente. THIMANN et DOLK (1935) estiment que le mode de formation de l'hétéroauxine doit être rattaché à la désamination et à l'oxydation du tryptophane. LAIBACH et MEYER (1935) s'opposent aux conclusions de KÖGL et ses collaborateurs (1934) sur la production des auxines par la graine. Ces auteurs constatent en effet que la quantité d'auxines produites décroît au moment de la germination. CHOLODNY (1935) pense que c'est dans l'endosperme de la graine que l'auxine est produite, tandis que l'embryon semblerait l'absorber. D'autre part, cet auteur montre que la formation des hormones est nettement liée à la teneur en eau de la graine. NAGAO (1935) confirme cette hypothèse sur *Avena* et *Vicia*. VAN RAALTE (1936) en traitant des racines de *Vicia* par des solutions de glucose remarque une augmentation de la teneur en auxines et confirme ainsi la thèse de BOYSEN-JENSEN (1933). GAUTHERET (1935) en entreprenant l'étude de la croissance des racines isolées de *Lupinus* et *Zea Mays* a montré combien l'allongement des racines était considérable après séparation d'avec les parties supérieures. FIEDLER (1936) s'oppose aux résultats précédents, il constate que des racines isolées sur milieu gélosé nutritif (glucose) ne provoquent plus une courbure de la coléoptile; la racine ne fabriquerait pas (ou plus) d'auxines. Pour cet auteur, les auxines

¹ L'explication de ces essais peut être facilement donnée à la suite des expériences exposées plus haut (chap. III). Une quantité susoptimale d'auxines dans la racine provoque une inhibition. Supprimer la pointe, c'est supprimer la source, c'est donc arrêter l'inhibition de croissance. Mais, comme je l'ai montré, les résultats dépendent de l'âge de la racine.

contenues dans la racine proviendraient de la graine ou des feuilles. GEIGER-HUBER et BURLET (1936), qui étudient la croissance des racines isolées en présence d'hétéroauxine, apportent d'utiles renseignements sur la production de ces hormones de croissance par les racines. SKOOG (1937) montre la présence d'un précurseur dans les racines et les graines. Ce précurseur, entraîné par le courant de la transpiration, subirait une activation dans les feuilles et redescendrait alors sous forme d'auxines dans les racines. VAN OVERBEEK (1937), en enlevant les racines d'*Avena*, observe une diminution de la teneur en auxines des coléoptiles. VAN OVERBEEK et BONNER (1938) constatent que chez les racines de *Pisum* isolées les auxines (auxine a en particulier) sont encore décelables après 16 jours de culture, même si la racine est séparée de sa graine. VAN OVERBEEK (1939) met en évidence l'élaboration des hormones de croissance par les racines de *Pisum in vitro*, cultivées en présence d'aneurine. BOUILLENNE et BOUILLENNE-WALRAND (1939) constatent que dans les organes inanitiés il n'existe plus d'auxines dosables et pourtant ces organes peuvent donner des racines. Ces auteurs suggèrent alors la thèse de la rhizocaline. HWANG et PEARSE (1940) insistent sur le rôle de l'hétéroauxine dans la germination et montrent les relations entre cette hormone et l'azote contenu dans les racines. TANG et LOO (1940) montrent le rôle de la graine dans la formation des feuilles et des racines. La production augmente si celles-ci sont traitées par de l'hétéroauxine. DANGEARD (1941) signale que la décapitation des racines d'*Allium* entraîne la formation de radicelles. Pour MEITES (1943-44) les méristèmes seraient le siège de la synthèse des auxines, celles-ci formées également dans l'embryon à une dose excito-mitotique diffuseraient dans le sens coiffe-collet. En progressant, le flux polarisé drainerait toutes les cellules, s'amplifierait et atteindrait la dose inhibo-mitotique qui, par sa toxicité, déclencherait les processus de différenciation. DETTWEILER (1943) montre sur *Tagetes* et *Coleus* qu'une application d'hétéroauxine entraînerait une augmentation de la production des auxines dans la plante. KULESCHA et CAMUS (1948), étudiant la teneur en auxines des racines d'endives, abordent le problème des corrélations d'inhibition. Ces auteurs sont ainsi amenés à s'opposer à la thèse classique de THIMANN. PILET (1948-50) indique la formation dans les étamines d'hormones de croissance qu'il est difficile de doser. L'auteur insiste en particulier sur l'inactivation de ces corps par la lumière, phénomène qui lui permet d'expliquer l'inversion géotropique des étamines. En étudiant la rhizogénèse des tiges et des feuilles, il montre l'importance du facteur concentration sur les phénomènes de croissance et de morphogénèse ; une dose susoptimale d'auxines est nettement rhizogène. WILDMAN et BONNER (1948) rappellent que le tryptophane donne naissance à l'hétéroauxine. Des enzymes spécifiques ayant été découvertes dans les pointes d'organes (méristèmes) prouveraient le rôle de ces tissus dans l'élaboration des hétéroauxines à partir de tryptophane.

B. BUT DE CETTE ETUDE

Cet historique montre que le problème de l'origine des auxines est loin d'être résolu. D'une part, certains auteurs admettent l'absence chez les végétaux de centres élaborateurs d'hormones, d'autre part quelques physiologistes situent la source de ces corps dans la graine, les feuilles ou les méristèmes.

Pour compléter l'étude de la répartition des auxines dans la racine il faut aborder le problème de leur origine et chercher quelle part les feuilles, les graines et les méristèmes radiculaires prennent dans la formation des hormones de croissance. A première vue, on peut dire que les auxines trouvées en si grande quantité dans la racine ne proviennent pas seulement de la racine elle-même, mais également des autres parties de la plante.

C. ROLE DE LA GRAINE

1. Introduction.

Tous les essais réalisés dans cette étude portent sur des germinations obtenues à l'aide de milieu gélosé enrichi (chap. I, D. 1). La graine doit certainement apporter à la racine des auxines, mais pour bien comprendre ce problème, il convient de diviser cette étude en deux parties.

a) Etude de la teneur en auxines de la graine au cours du développement des racines.

b) Etude du développement des racines lorsqu'on a enlevé la graine à diverses périodes de la germination.

2. Teneur en auxines de la graine.

A la suite des travaux d'EVERY, BERGER et SHALUCHA (1941) et de HAAGEN-SMIT, LEECH et BERGREN (1942), on est arrivé à la conclusion que les auxines contenues dans la graine existent sous forme d'un complexe soluble dans l'eau, mais insoluble dans le chloroforme. On a appelé ce complexe, le *précurseur d'albumen*. Aussi, pour évaluer la teneur des graines en auxines, avons-nous utilisé l'eau (18°) au lieu de chloroforme.

Le tableau 43 autorise les remarques suivantes :

1. la teneur en auxines dans la graine semble augmenter légèrement au cours de la germination. (Cette observation

confirme ainsi les travaux de KÖGL, ERXLEBEN et HAAGEN-SMIT (1934) et contredit la thèse de LAIBACH et MEYER (1935) ;

2. la graine produirait des auxines au fur et à mesure que les racines se développent.

TABLEAU 43. — Teneur en auxines (puissance de 10 Mol. ABIA) des graines de *Lens* ayant produit des racines de longueurs variables. Les valeurs correspondent à 1/20 de graine (20 blocs pour une graine).

Longueurs des racines en mm	Séries de 20 mesures					Moyennes
	I	II	III	IV	V	
0	—7	—4	—3	—9	—6	—6
5	—8	—7	—3	—3	—8	—6
10	—7	—3	—2	—7	—7	—5
15	—2	—4	—8	—6	—5	—5
20	—6	—3	—5	—6	—5	—5
25	—7	—3	—3	—4	—5	—4
30	—4	—4	—7	—4	—2	—4
35	—2	—6	—5	—5	—3	—4
40	—4	—3	—5	—7	—3	—4

3. Croissance de la racine séparée de la graine.

Pour saisir le rôle des auxines apportées par la graine dans le développement des racines, il suffit d'enlever la graine aux divers moments de la croissance radiculaire (chap. I, E. 1).

Les essais suivants ont été réalisés (fig. 17) :

- N) la graine n'a pas été ôtée ;
- a) la graine est enlevée le premier jour de la germination ;
- b) la graine est enlevée le sixième jour de la germination ;
- c) la graine est enlevée le quatorzième jour de la germination.

Chaque point représente la moyenne de 25 mesures.

La fig. 17 permet les remarques suivantes :

1. si les graines sont enlevées le premier jour, la racine croît moins rapidement, mais son développement reprendra au bout de quelques jours ;
2. si les graines sont enlevées le sixième jour, la croissance ralentit mais moins fortement que précédemment ;
3. si les graines sont enlevées le 14^e jour, la croissance s'accélère.

4. Discussion.

Lorsque la racine est jeune, et qu'on supprime la graine, sa vitesse de croissance est fortement diminuée ; c'est donc que la

graine apporte à la racine des hormones de croissance qui complètent celles qu'elle produit ou qu'elle reçoit d'ailleurs.

Si la racine est plus âgée, l'absence de la graine se traduit immédiatement par une accélération temporaire du développement. Il y a trop d'auxines à ce moment-là; mais l'apport de la graine est supprimé, la dose n'augmente que très faiblement, l'inhibition de développement est par conséquent moins forte.

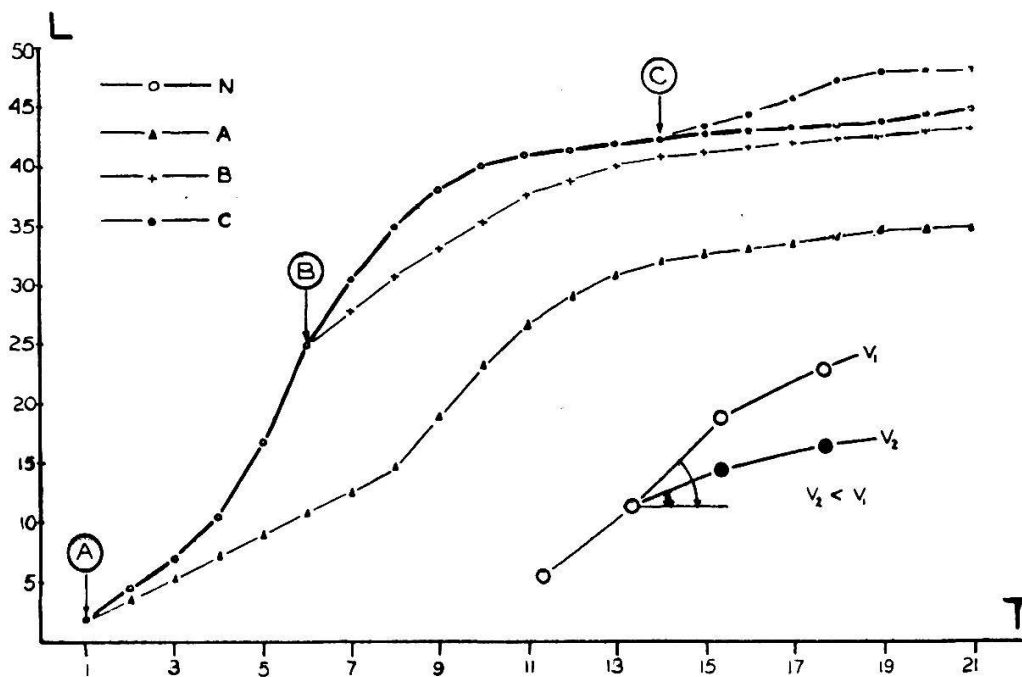


FIG. 17.

T. Durée des essais en jours. L. Allongement en mm. V. Vitesse de croissance. N. Racines avec graine (témoins). A. Racines dont la graine a été enlevée dès le premier jour de la germination. B. Graine enlevée dès le sixième jour. C. Graine enlevée dès le quatorzième jour.

D. RÔLE DES FEUILLES

1. Introduction.

Il faut remarquer qu'avant le 14^e jour les feuilles ne sont guère développées; les mesures ne pourront donc être faites qu'à partir de ce moment-là. La lumière joue en outre un rôle évident dans l'élaboration des auxines par les feuilles (D. 3).

2. Croissance de la racine en l'absence de feuilles.

La technique est pareille à la précédente (C. 1). Il suffit, pour mettre en évidence le rôle des feuilles dans l'élaboration

des auxines radiculaires, de supprimer ces organes. Les expériences, consignées dans la fig. 18, ont été les suivantes :

- N) racines possédant feuilles et graines
 a) racines dépourvues de graines mais munies de feuilles
 b) racines dépourvues de feuilles mais liées à la graine
 c) racines privées de feuilles et de graines.

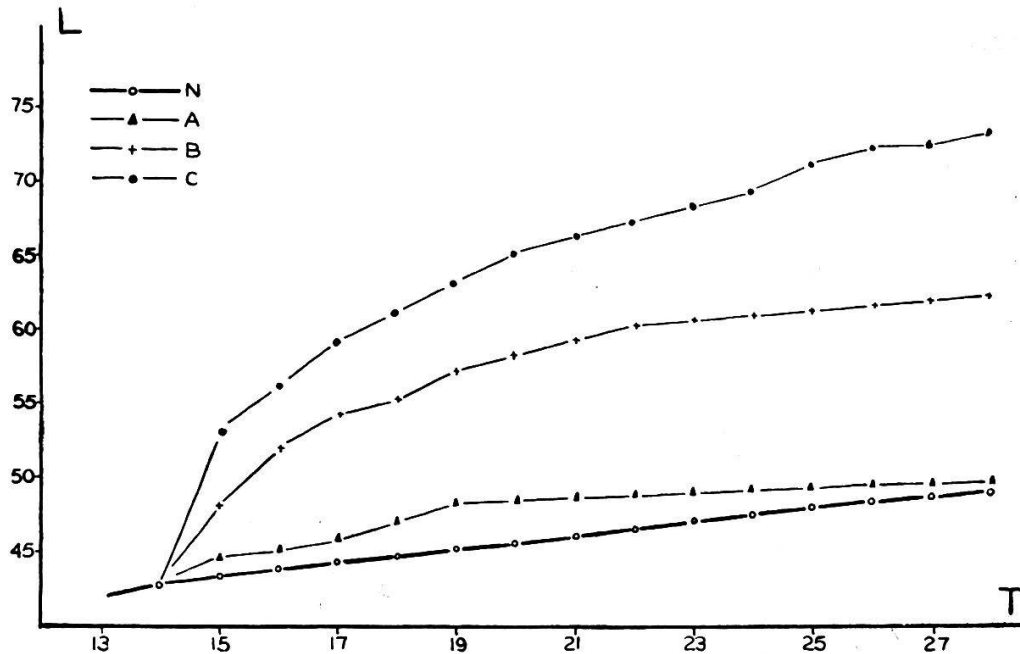


FIG. 18.

T. Durée des essais en jours. L. Allongement en mm. Allongement des racines pour les cas suivants : N. Présence de feuilles-présence de graines. A. Présence de feuilles absence de graine. B. Absence de feuilles-présence de graine. C. Absence de feuilles-absence de graine.

Dans ces essais, les graines et les feuilles ont été enlevées le 14^e jour. Chaque point du graphique correspond à la moyenne de 25 mesures. L'examen de la fig. 18 permet de tirer les conclusions suivantes :

1. en enlevant la graine, les feuilles étant intactes, la croissance augmente légèrement (fig. 17 c) ; mais le développement s'accélère davantage si les graines restent liées aux racines, les feuilles étant détruites ;
2. donc les feuilles apportent plus d'auxines aux racines que les graines ;
3. si graines et feuilles sont enlevées, la croissance est encore plus forte.

3. L'importance de la lumière.

Les expériences précédentes ont prouvé le rôle des feuilles dans la production des auxines. La lumière contribue-t-elle à

augmenter cette élaboration ? Pour résoudre cette question les essais suivants ont été réalisés :

- N) croissance des racines en présence de feuilles à la lumière ;
- a) croissance des racines en l'absence de feuilles ;
- b) croissance des racines en présence de feuilles à l'obscurité.

TABLERAU 44. — Allongement des racines en mm (v. texte D. 3).

Jours	Séries de mesures (moyennes de 25)			
	Essais :	N	a)	b)
13		42,0	42,0	42,0
14		43,0	43,0	43,0
15		43,5	48,0	45,0
16		44,0	52,0	48,5
17		44,5	54,5	49,0
18		44,5	55,0	50,0
19		45,5	57,0	51,0
20		45,5	58,0	52,5
21		46,0	59,0	53,0
22		46,5	60,0	54,0
23		47,0	60,5	55,5
24		47,5	60,5	55,5
25		47,5	61,0	56,5
26		48,0	61,5	56,5
27		48,5	61,5	57,0
28		48,5	62,0	58,0

Les mesures exposées dans le tableau 44 montrent que :

1. l'absence des feuilles entraîne une nette accélération de croissance des racines (a) ;
2. la présence des feuilles, placées à l'obscurité, entraîne encore une augmentation du développement; cette augmentation est pourtant plus faible (b) ;
3. la présence des feuilles à la lumière provoque une inhibition du développement des racines (N) ;
4. donc la lumière joue un rôle net sur le développement des racines. Agit-elle directement sur l'activation des auxines ou contribue-t-elle à la formation de substances secondaires ? C'est là un problème important et encore non résolu.

4. Rôle comparé des feuilles, des graines et de la lumière.

Il était intéressant d'étudier la teneur en auxines de racines privées ou munies de feuilles ou de graines. En faisant varier la lumière, on pourra en outre préciser le rôle de la photo-

synthèse sur l'élaboration d'auxines radiculaires (ou d'éventuelles substances secondaires).

Examinons pour cela la répartition des auxines dans des racines de 14 cm, en présence ou en absence de feuilles, de graines à l'obscurité ou à la lumière :

<i>Essais :</i>	<i>Feuilles</i>	<i>Graines</i>	<i>Eclairage</i>
a)	présence	présence	lumière
b)	présence	présence	obscurité
c)	présence	absence	lumière
d)	présence	absence	obscurité
e)	absence	présence	— ¹
f)	absence	présence	—

TABLEAU 45. — Teneur en auxines (puissance de 10 Mol. ABIA) de 1/20 racine (20 blocs pour une racine), v. texte.

Essais	Séries de 30 mesures					Moyennes
	I	II	III	IV	V	
a	— 3	— 5	— 4	— 3	— 5	— 4
b	— 7	— 4	— 5	— 7	— 5	— 6
c	— 7	— 8	— 7	— 6	— 7	— 7
d	— 10	— 7	— 7	— 8	— 9	— 8
e	— 7	— 9	— 9	— 8	— 8	— 8
f	— 11	— 10	— 8	— 10	— 11	— 10

Plusieurs constatations peuvent être tirées du tableau 45, je n'en retiendrai qu'une seule.

Le simple fait d'enlever les feuilles à une plante (ou de supprimer la source lumineuse qui les éclaire) entraîne une très nette diminution de la teneur en auxines des racines.

Les auxines radiculaires ont une concentration variable suivant l'exposition des feuilles à la lumière. Ces hormones n'assurent donc pas uniquement, comme le veut BOUILLENNE, la transformation Rhizocaline mobile — Rhizocaline fixe, mais jouent un rôle actif dans la morphogenèse.

J'ai eu l'occasion ailleurs de montrer la signification réelle de cette théorie (PILET, 1948-1950).

¹ Comme dans ces deux cas il n'y a pas de feuilles, le facteur lumière ne doit jouer aucun rôle.

5. Discussion.

Les feuilles fournissent donc la plus grande partie des auxines radiculaires. Mais on peut se demander quel est le rôle exact de la lumière dans cette élaboration. Le problème est certes difficile. Nous venons de voir que les radiations lumineuses provoquent l'inactivation ou la destruction des auxines et entraînent de plus leur déviation. Il faut admettre en outre que ces mêmes radiations sont capables de provoquer la synthèse de ces hormones ou du moins leur activation. La thèse de la rhizocaline, en simplifiant le sujet, ne paraît pas apporter une solution satisfaisante.

E. ROLE DE LA RACINE

1. Introduction.

La racine peut être considérée comme siège de production de ses propres auxines. Les travaux contradictoires publiés sur la croissance des racines permettent d'envisager le méristème comme point de départ des hormones radiculaires.

TABLEAU 46. — Allongement de racines décapitées
Séries de 30 mesures en mm.

Jours	Essais	N	a	b	c
1		2	2	2	2
2		4	3	4	4
3		7	4	7	7
4		11	6	11	11
5		17	8	17	17
6		25	9	25	25
7		31	9	27	31
8		35	11	29	35
9		38	13	30	38
10		40	16	31	40
11		41	20	33	41
12		42	28	35	42
13		43	36	38	43
14		43	38	40	43
15		44	40	41	47
16		44	43	41	49
17		44	44	42	50
18		45	44	43	52

2. Croissance de racines décapitées.

Le facteur temps, comme nous l'avons montré, joue un rôle essentiel. C'est pourquoi les expériences suivantes ont été réalisées (T. 46) :

- N) racines intactes (témoins) ;
- a) racines décapitées le 1^{er} jour de la germination ;
- b) racines décapitées le 2^e jour de la germination ;
- c) racines décapitées le 14^e jour de la germination.

Du tableau 46 nous tirons les remarques suivantes :

1. si des racines jeunes (1^{er} et 6^e jours) sont décapitées, leur croissance est très ralentie ;

2. si, au contraire, on décapite des racines plus âgées (14^e jour), la croissance est légèrement accélérée.

La présence d'une source auxinique radiculaire est donc prouvée.

Une racine jeune contient peu d'auxines ; supprimons la région qui en produit, son développement ne saurait être que ralenti ¹.

Par contre, une racine âgée contient davantage d'auxines (dose susoptimale) ; si on lui enlève son méristème, l'apport qui l'inhibe est provisoirement supprimé et la croissance reprend.

F. CONCLUSION

Quelques points essentiels développés dans ce chapitre peuvent être relevés.

1. Les essais présentés confirment complètement la thèse adoptée dans les chapitres précédents ; une racine contient une quantité susoptimale d'auxines ; elle met cependant un certain temps avant d'atteindre la valeur correspondante au-dessus de laquelle elle est inhibée. Ce temps doit varier avec les espèces. Il existe des racines très jeunes qui ne sont pas encore à ce stade d'inhibition. Ainsi une même racine, suivant le moment où on l'étudie, réagira différemment. Cette remarque explique la plupart des divergences observées par les auteurs qui ont étudié ce problème.

2. La graine, les feuilles et les méristèmes radiculaires sont de véritables sources d'auxines. Bien qu'il soit difficile d'évaluer leur importance relative, on peut dire que les feuilles fournissent plus d'auxines à la racine que la graine qui, elle, doit en produire davantage que les méristèmes radiculaires.

¹ Ce ralentissement est évidemment temporaire et les feuilles et la graine rétabliront rapidement l'équilibre.