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: III: Répartition des auxines dans la racine

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: 15.07.2025

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

CHAPITRE III
REPARTITION DES AUXINES DANS LA RACINE

A. HISTORIQUE

Quelques auteurs ont traité de la répartition des auxines dans la racine; leurs travaux, souvent contradictoires, méritent d'être sommairement examinés ici.

HAWKER (1932) montre que, pour une racine horizontale, il y a plus d'hormones de croissance qui diffusent dans l'agar à la pointe qu'à la base de cette racine. BOYSEN-JENSEN (1933) constate que la concentration des auxines, chez *Vicia Faba,* diminue de la pointe à la base de la racine. CHOLODNY (1933) pense que la pointe de la racine est nettement inhibitrice pour la croissance du reste de cet organe et il en donne l'explication : c'est que la pointe est plus riche en auxines que les parties supérieures. THIMANN (1933) montre, en effet, qu'un excès d'auxines entraîne une inhibition de la croissance. A propos de la racine, il conclut que celle-ci en contient relativement plus que la tige. THIMANN et SKOOG (1934) comparent la teneur en auxines de diverses parties de *Vicia Faba.* CHOLODNY (1934) place directement les pointes de racines sur les coléoptiles décapitées ; il obtient d'importantes courbures qui varient suivant la longueur de la racine étudiée. RAMSHORN (1934) étudie parallèlement la croissance des racines de *Lupinus,* la différence de potentiel que présentent ces racines et la répartition des auxines. Il confirme ainsi les travaux de BOYSEN-JENSEN. CZAJA (1935) étudie la circulation des auxines dans la racine et montre qu'il est bien difficile de donner une règle générale pour leur répartition. HEYN (1935) se demande quelle est la nature des hormones de croissance rencontrées dans la racine de *Vicia Faba* ; il s'agirait, pour lui d'auxines a et b. WHITE (1933) pense que l'auxine n'est pas nécessaire à la croissance des racines. FIEDLER (1936) étudie la teneur en auxines des racines isolées de *Zea Mays* et de *Vicia Faba* et constate la disparition des hormones de croissance après 8 h. de culture *in vitro,* dans un milieu dépourvu d'auxines. Il en conclut que les auxines ne jouent pas de rôle dans le développement des racines, tandis que VAN OVERBEEK (1939), en cultivant *in vitro* des racines de *Pisum,* constate d'abord, sur un milieu contenant de l'aneurine, une diminution puis une augmentation de leur teneur en auxines. Ces résultats sont confirmés par WURGLER (1942) qui, étudiant le développement des racines de *Zea Mays in vitro* en milieu minéral glucosé, observe que les pointes de ces racines contiennent encore des hormones de croissance après 20 jours de culture. JOST et REISS (1937) relèvent la grande variabilité des résultats

dans les travaux concernant la teneur en auxines des racines. Pour ces auteurs, les faibles concentrations provoquent toujours en premier lieu une inhibition de croissance, suivie très rapidement d'une accélération. Le problème de la répartition des auxines se trouverait être ainsi beaucoup plus compliqué. SÖDING (1936), dans un travail de synthèse, souligne l'intérêt qu'il y aurait à reprendre systématiquement les recherches sur les auxines des racines. Il faudrait mieux tenir compte des facteurs de variation du test et du sujet, des relations évidentes qui lient les auxines à d'autres produits contenus dans la plante pour établir la correspondance entre la teneur en auxines d'un tissu et ses processus de croissance.

AMLONG (1937) signale que les différences entre la tige et la racine sont plus quantitatives que qualitatives. NAUNDORF (1940) montre que des racines décapitées ne sont plus phototropiquement positives, même si on remplace la pointe par un bloc d'agar contenant des auxines. Le sommet ne serait donc pas une source d'auxines jouant un rôle dans le phototropisme (?). GEIGER-HUBER et HUBER (1945) montrent que les racines contiennent une quantité susoptimale d'hormones de croissance; ils expliqueraient ainsi facilement le géotropisme des racines. A la suite des travaux de THIMANN et SKOOG (1940), AVERY, BERGER et SHALUCHA (1941), VAN OVERBEEK (1942), HAAGEN-SMIT et BERGREN (1942), on sait que la nature de la distribution des auxines dans les tissus n'est guère simple. Les auxines formeraient un complexe actif et un complexe inactif appelé parfois « précurseur ». LARSEN (1944) montre que l'hétéroauxine existe presque toujours sous forme d'aldéhyde qui, par oxydation, donnerait l'acide b. indolylacétique. Le problème des précurseurs (albumen, feuilles, etc.) est loin d'être résolu; il n'en reste pas moins que seule une partie des auxines présentes dans la plante est dosable [1]. PILET (1948-50) s'occupe de la formation des racines en relation avec la teneur en auxines des milieux de culture. Il retrouve la règle de THIMANN à propos de la rhizogenèse et étudie la formation des racines chez des cactus (*Cereus-Phyllocactus*), des tiges (*Thuya*), des feuilles (*Ramonda*). Il s'occupe du développement des nervures aquatiques de *Salvinia* qu'il est amené à comparer à des racines rudimentaires. Ses divers travaux lui permettent d'attribuer à l'auxine un rôle essentiel dans le développement des racines, s'opposant ainsi à la thèse de FIEDLER et à celle de BOUILLENNE.

B. BUT DE CETTE ETUDE

Les divergences que nous venons de rencontrer nous ont obligé à reprendre systématiquement le problème des auxines

[1] Il va sans dire que dans cette étude, sans ignorer les théories diverses concernant les précurseurs et les complexes d'auxines, je ne m'occuperai que des hormones directement dosables par les méthodes précédemment décrites.

dans la racine, ce qui nous a permis d'interpréter les variations de leur croissance (chap. I, E).

Le rôle des auxines (hormones) et des substances de croissance dans le développement des racines, fera plus loin l'objet d'un examen général (chap. VI).

C. METHODE I : DIFFUSION

1. Principe.

Il suffit de placer la pointe de la racine sur la coléoptile préparée selon le principe exposé plus haut (chap. II, E. 1) et d'observer la courbure du test utilisé. C'est la méthode de

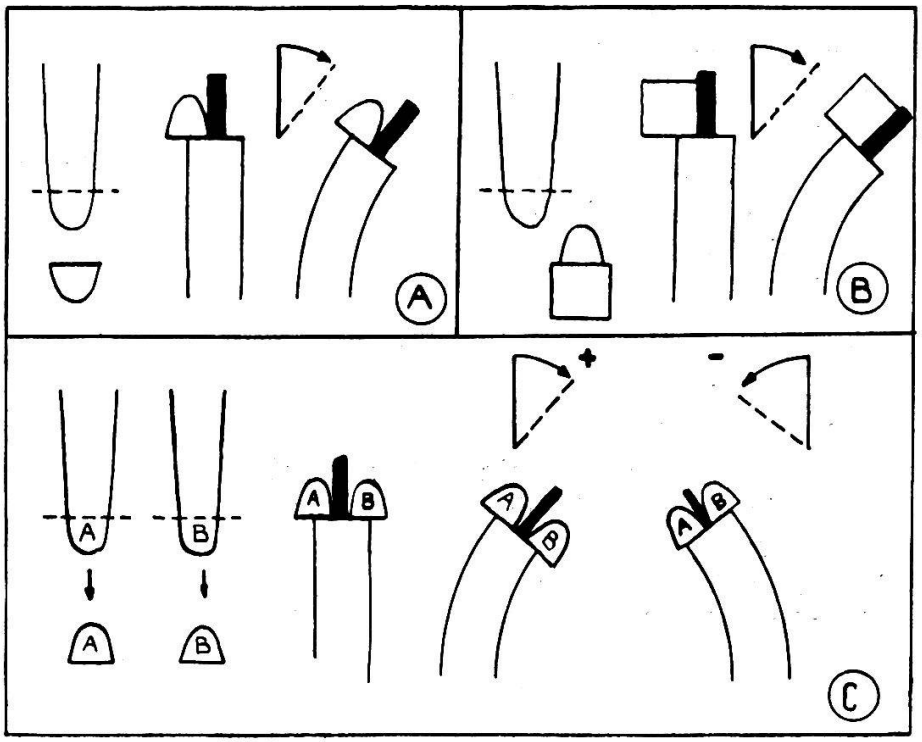

FIG. 9. — Diffusion.
A. Diffusion directe d'une pointe de racine sur une coléoptile. B. Diffusion indirecte dans un bloc d'agar. C. Méthode de contrôle. Deux racines A et B. Courbure + : A contient plus d'auxines que B (ou B en diffuse trop !) Courbure — : cas inverse.

diffusion directe (fig. 9, A). On peut également placer les pointes de racines sur des blocs d'agar, puis déposer ces blocs sur des coléoptiles décapitées : c'est la méthode de diffusion indirecte (fig. 9, B). Ces méthodes présentent quelques inconvénients :

a) la durée d'exposition de la pointe de la racine est limitée, la racine sèche très rapidement (C. 3) ;

b) les auxines qui diffusent ne représentent guère la totalité des auxines radiculaires ;

c) on ne peut utiliser que des pointes relativement courtes (1,5 mm au maximum).

2. Diffusion directe.

A. TENEUR EN AUXINES DES POINTES SUIVANT LA LONGUEUR DES RACINES.

Pour déterminer la teneur en auxines de pointes appartenant à des racines de longueurs variables, on place des pointes pendant 45 minutes sur des coléoptiles décapitées, puis on mesure l'angle de courbure. (Il n'est évidemment pas possible d'exprimer l'angle en Mol. ABIA ; cette unité n'est valable que pour des essais à l'aide des blocs d'agar). Nous prendrons des pointes de 1,5 mm provenant de racines de longueurs variables (T. 18).

Bien que μ soit inférieur à 0,6, ces mesures seront conservées; elles suggèrent les remarques suivantes :

1. la variation de la quantité d'auxines diffusée de la pointe des racines dans le bloc d'agar, n'est pas grande ;

2. il semble pourtant que la concentration en hormones de croissance augmente légèrement si la longueur des racines croît, bien que la pointe mesure toujours 1,5 mm.

TABLEAU 18. — Angles de courbure des coléoptiles sous l'action de pointes de racines de différentes longueurs. Les pointes mesurent toutes 1,5 mm. Moyennes de 25 mesures.

Longueur des racines	Séries de 25 mesures (en degrés)								Moyennes
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
8 mm	3	3	2	3	4	2	5	2	3,0
12	3	2	3	4	2	5	1	4	3,0
16	2	5	2	4	1	1	3	6	3,0
20	3	4	3	2	3	1	4	5	3,1
24	3	4	4	2	3	4	3	3	3,2
28	3	1	6	4	4	3	3	2	3,2
32	4	2	3	4	3	4	4	3	3,3

B. COMPARAISON POUR DES RACINES DE MÊME LONGUEUR.

Au lieu de placer une pointe sur la coléoptile et de mesurer la courbure de celle-ci (T. 18), il était intéressant de prendre deux pointes provenant de racines de même longueur, de les

placer des deux côtés de la feuille primaire, et de déterminer la courbure du test. Soient deux pointes A et B (fig. 9, C). Si A contient plus d'auxines que B, elle en diffusera davantage et le test se courbera dans le sens positif : le flanc sous A grandira plus que celui placé sous B. Dans le cas inverse, la courbure sera négative. Enfin si l'angle est nul, cela signifie que la quantité d'auxines diffusée est la même pour les deux pointes.

TABLEAU 19. — Angles de courbure des coléoptiles portant deux pointes de racines provenant d'organes de même longueur. La pointe mesure toujours 1,5 mm.

Longueur des racines	Séries de 25 mesures (en degrés)								Total	Moyennes
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII		
8 mm	—3	1	3	2	—2	—1	3	—2	1	0,1
12	5	1	—4	—2	—3	—1	2	1	—1	—0,1
16	—6	—2	1	5	—3	—1	1	2	—3	—0,4
20	3	2	3	—1	—2	—4	0	—1	0	0,0
24	—2	1	—3	2	—4	4	—1	2	—1	—0,1
28	—4	1	—3	4	4	0	—1	1	0	0,0
32	3	1	2	—4	0	—4	2	1	1	0,1

Du tableau 19, on tire les remarques suivantes :

1. portant deux pointes de racines de longueur identique, le test *Avena* ne présente pas de courbure nette ;

2. ces pointes diffusent donc sensiblement la même quantité d'auxines.

C. COMPARAISON POUR DES RACINES DE LONGUEURS DIFFÉRENTES.

Au lieu de partir de racines de même longueur, il était intéressant d'utiliser des pointes de 1,5 mm provenant de racines de longueurs différentes. Ces mesures donnent 16 groupes d'essais distincts (T. 20).

Bien que μ soit inférieur à 0,6, le tableau 20 a été conservé, les moyennes étant caractéristiques, et les conclusions suivantes peuvent en être tirées :

1. les essais 1, 2, 3, 5, 6, 9 donnent une courbure — . B diffuse donc plus d'auxines que A (B provient en effet de racines plus longues) ;

2. les essais 8, 11, 12, 14, 15, 16, donnent au contraire une courbure + . A diffuse donc plus d'auxines que B (A provient en effet de racines plus longues, excepté pour l'essai 8).

Les résultats consignés dans ce tableau confirment l'hypothèse présentée en A).

TABLEAU 20. — Courbures en degrés de coléoptiles portant deux pointes de racines provenant d'organes de longueurs différentes.

Nos	Lots A	Lots B	Séries de 25 mesures I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	Moyennes
1	8 mm	32 mm	—5	—3	—3	2	—2	—4	1	8	—6	—0,8
2	16	32	—4	—3	2	1	2	2	—3	0	—3	—0,4
3	24	32	2	0	4	0	—5	—1	—1	0	—1	—0,1
4	32	32	3	1	2	—4	0	—4	2	1	1	0,1
5	8	24	6	1	—4	0	—5	3	—2	—2	—4	—0,5
6	16	24	3	6	—2	—4	—4	1	—2	0	—2	—0,3
7	24	24	—2	1	—3	2	—4	4	—1	2	—1	—0,1
8	32	24	4	—2	—2	3	4	1	—2	—4	2	0,3
9	8	16	—4	2	1	1	4	—1	—2	—3	—2	—0,3
10	16	16	—6	—2	1	5	—3	—1	1	2	—3	—0,4
11	24	16	4	3	3	0	—3	—2	—1	—2	2	0,3
12	32	16	6	—3	4	2	—1	—2	—2	—2	4	0,5
13	8	8	—3	1	3	2	—2	—1	3	—2	1	0,1
14	16	8	3	—1	4	4	—2	—2	—3	—1	2	0,3
15	24	8	—2	—1	—2	4	4	3	—2	—2	5	0,6
16	32	8	5	4	3	—2	—2	—1	3	—3	7	0,9

3. Diffusion indirecte.

Les pointes de racines (1,5 mm) sont placées sur de l'agar. Les auxines diffusent de la pointe vers la base. Après 45 minutes, les pointes sont enlevées et l'agar découpé en blocs de 1,3 mm d'arête. Ces blocs sont placés pendant 100 minutes sur des coléoptiles décapitées, ils provoquent la courbure du test utilisé. Ces essais ont toujours porté sur des racines de 12 mm.

A. VARIATION SUIVANT LA DURÉE D'EXPOSITION.

Il est intéressant d'abord de déterminer la courbure du test en fonction de la durée d'exposition des pointes de racines sur l'agar (T. 21).

Le tableau 21 permet les remarques suivantes.

L'angle de courbure augmente très rapidement pendant les 45 premières minutes. Il reste ensuite sensiblement constant.

On peut interpréter ce phénomène. Après 45 minutes la racine commence à se dessécher. La diffusion est naturellement

TABLEAU 21. — Angles de courbure des coléoptiles, sous l'action de blocs d'agar contenant des auxines de pointes de racines, en fonction de la durée d'exposition de ces pointes sur les blocs.

Durée d'exposition	Séries de 20 mesures (en degrés)										Moyennes
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
15 minutes	3	2	4	2	3	1	2	1	4	3	2,5
30	4	6	13	2	7	8	6	4	2	1	5,3
45	7	8	2	6	8	9	5	7	5	3	6,0
60	9	4	7	4	6	3	2	10	9	8	6,2
75	4	8	8	7	6	7	6	8	5	4	6,3
90	9	8	3	6	4	4	8	6	8	5	6,3
105	3	9	6	8	8	7	9	7	3	3	6,3
120	8	4	9	7	9	8	3	7	4	5	6,4

limitée. Mais on pourrait penser aussi que les auxines, au bout de 45 minutes ont totalement diffusé et qu'il n'en reste plus dans la pointe de la racine. Nous verrons que ce n'est pas le cas (B).

B. TRADUCTION EN MOL. ABIA.

On obtient donc par diffusion indirecte des pointes de racines longues de 12 mm une courbure du test de 6° en moyenne, pour une exposition de 45 minutes. Cherchons à exprimer en Mol. ABIA cet angle. En examinant un ensemble de courbes d'étalonnement analogues à celles de la fig. 6, deux valeurs sont admissibles à première vue :

1) 10^{-11} Mol. ABIA et 2) 10^{-4} Mol. ABIA.

Dans le premier cas, la quantité d'auxines diffusées serait faible, dans l'autre trop forte. Quelle valeur faut-il adopter ? Pour résoudre cette question, étudions la diffusion des auxines d'une pointe de racine dans un bloc (1), puis d'une autre pointe dans le même bloc (2) et ainsi de suite. La quatrième série (T. 22, essai 4) portera sur des blocs contenant chacun les auxines de quatre pointes. Il est facile de comprendre que si la quantité d'auxines diffusées était forte (cas 2), lorsque, au lieu de prendre une racine par bloc, on en prend quatre, le test est inhibé et l'angle de courbure doit être plus petit.

Le tableau 22 suggère les remarques suivantes :

1. si la teneur en auxines des blocs provoquait l'inhibition du test (valeur 2), il est évident qu'en augmentant la concen-

TABLEAU 22. — Angles de courbure du test Avena sous l'action de blocs d'agar contenant les auxines d'une pointe de racine (1), de deux pointes (2), ... de quatre pointes (4) chacun. Les pointes sont exposées 45 minutes.

Nombre de pointes par bloc	Séries de 20 mesures (en degrés)										Moyennes
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
1 pointe	7	8	2	6	8	9	5	7	5	3	6,0
2	11	9	12	6	10	9	12	11	7	5	10,2
3	13	10	15	12	15	10	8	12	9	7	12,1
4	15	13	8	10	15	11	14	16	12	16	13,0

tration de l'agar en auxines — c'est-à-dire en faisant diffuser non plus une, mais deux, trois ou quatre pointes — l'inhibition devrait croître encore et l'angle de courbure diminuer ;

2. ce n'est pas le cas ici, l'angle de courbure augmente encore ;

3. c'est donc la valeur 1 qu'il faut adopter, soit 10^{-11} Mol. ABIA pour exprimer la teneur en auxines des pointes obtenues par diffusion indirecte ;

4. d'autre part ces chiffres montrent qu'il reste encore des auxines dans la pointe et que, si la diffusion cessait dans le cas précédent, (v. T. 21) c'est bien parce que la racine se desséchait.

4. Discussion des résultats.

En comparant les deux techniques de diffusion (2 et 3), on peut constater que, par la méthode directe, la quantité d'auxines diffusées dans la coléoptile est plus faible que par la méthode indirecte. Cette différence se traduit par des variations de l'angle de courbure du test, ceci pour des pointes de même dimension et provenant de racines d'égale longueur. Pour expliquer cette différence, il faut remarquer les points suivants :

1. lors de la diffusion directe, la racine ne peut diffuser que durant 45 minutes, alors que le bloc d'agar repose pendant 100 minutes sur les coléoptiles ;

2. le bloc d'agar paraît jouer un rôle qu'il est facile de mettre en évidence. Il suffit de placer directement le bloc sans auxine sur le test et de noter la présence ou l'absence d'une courbure (T. 23).

TABLEAU 23. — Angles de courbure de coléoptiles sous l'action de blocs d'agar dépourvus d'auxines.

Essais	Séries de 20 mesures (en degrés)										Moyennes
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
A	2	3	1	0	4	2	4	2	1	1	2,0
B	3	0	2	6	4	5	4	3	3	1	3,1
C	2	3	1	0	0	4	1	0	1	0	1,2

Les mesures du tableau 23 permettent les remarques suivantes :

1. bien que l'agar employé joue, dans la courbure, un rôle secondaire, il faut en tenir compte dans les mesures quantitatives ;

2. mais pour ce travail, où les déterminations ne sont que comparatives, ce rôle est certainement négligeable ;

3. on peut admettre que cet agar qui contient du dextrose et divers sels (chap. II, E. 3) influence le développement des coléoptiles.

ROBBINS (1939), a montré, à propos de la culture de *Phycomyces Blakesleanus* que l'agar influence le développement de ce champignon. Il envisage la présence d'un micro-élément inconnu, qui serait capable de provoquer une variation de croissance. Ce micro-élément agirait-il aussi dans nos essais ?

D. METHODE II : EXTRACTION

1. Principe.

La méthode d'extraction a été décrite plus haut (chap. II, F. 2). Elle peut être appliquée de deux façons différentes.

a) Extraction totale (racine entière); cette technique permettra de mettre en évidence les auxines de la racine complète.

b) Extraction partielle (fragments de racines); cette méthode donnera la teneur en auxines des divers segments radiculaires et nous fera connaître leur distribution suivant la longueur des racines.

2. Extraction totale.

A. EMPLOI DU TEST.

Une racine est placée pendant une heure dans 600 à 800 mm³ de $CHCl_3$ qu'on verse ensuite dans une cuve métal-

lique contenant une plaque d'agar; $CHCl_3$ s'évapore, et la plaque est débitée en 20 blocs de 1,3 mm d'arête. Dans ce cas, chaque bloc correspond à 1/20 des auxines d'une racine. Supposons que l'angle moyen du test sous l'action d'un bloc soit de a°, l'angle exprimant la totalité des auxines radiculaires devrait être de $A = 20 \times a°$. Adopter ce raisonnement (beaucoup de physiologistes l'ont fait) serait oublier la thèse classique de l'inhibition. Une telle remarque est essentielle et met en évidence

ANGLES DE COURBURE DES COLEOPTILES (°)
PORTANT CHACUNE UN BLOC D'AGAR DU TYPE 1 OU 2

LE BLOC CONTIENT:	ESSAIS	SERIES DE 25 MESURES 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	MOYENNES
TYPE 1	1	10	8	13	16	12	15	16	11	14	15	13
1/20 DES AUXINES D'UNE RACINE (LONG: 12 mm)	2	14	15	16	19	16	16	14	10	15	15	15
	3	15	14	12	15	10	16	17	10	15	14	14
	4	14	14	20	14	12	16	14	14	14	15	14
TABLEAU 24	5	15	13	17	15	16	10	14	16	19	15	15
TYPE 2	6	10	12	11	9	10	8	13	11	12	14	11
20/20 DES AUXINES D'UNE RACINE (LONG: 12 mm)	7	9	6	13	11	10	14	9	9	7	12	10
	8	13	12	10	12	11	11	13	13	14	11	12
	9	10	11	12	9	8	13	11	10	12	14	11
TABLEAU 25	10	11	10	10	13	13	9	8	11	11	14	11

les avantages de l'unité proposée : le Mol. ABIA (chap. II, G. 2). Nous allons comparer les résultats donnés par

1. des blocs d'agar contenant 1/20 des auxines radiculaires (T. 24) ;
2. des blocs d'agar contenant 20/20 des auxines radiculaires (T. 25).

Dans le premier cas, on utilise une racine pour vingt blocs et dans le second vingt racines pour vingt blocs.

Il est facile de constater par l'examen des tableaux 24 et 25 que l'angle de courbure de la coléoptile est plus fort lorsque

le bloc contient moins d'auxines (inhibition). Il est alors relativement facile de traduire ces grandeurs en Mol. ABIA.

B. TRADUCTION DES RÉSULTATS EN MOL. ABIA.

La moyenne des essais 1, 2, 3, 4 et 5 est de 14° ; celle des essais 6, 7, 8, 9 et 10 est de 11°. Exprimés en Mol. ABIA, ces angles valent respectivement :

1) 14° (: 5.10^{-7} Mol. ABIA)
2) 11° (: 5.10^{-5} Mol. ABIA)

Mais 5.10^{-7} représente la teneur de 1/20 de racine et 5.10^{-5} celle des racines totales.

On voit que 11° est bien différent de $20 \times 14°$ (v. plus haut) et que : 20×5.10^{-7} est approximativement égal à 5.10^{-5}. Ce qui prouve nettement l'avantage de cette méthode.

C. VARIATIONS DES RÉSULTATS POUR DES RACINES DE LONGUEURS VARIABLES.

Les mêmes mesures ont été réalisées, mais pour des racines de longueur différente. Comparons les résultats, en prenant :

A. 1 racine pour 20 blocs,
B. 20 racines pour 20 blocs (T. 26).

TABLEAU 26. — Teneur totale en auxines, exprimée en Mol. ABIA, pour des racines de longueurs variables.

Longueur des racines en mm	A un bloc contient 1/20 des auxines totales. Mol. ABIA . 20 (calcul)	B un bloc contient 20/20 des auxines totales (mesure directe)
2	$3 . 10^{-7}$ Mol. ABIA	$4 . 10^{-7}$ Mol. ABIA
4	$7 . 10^{-7}$	$7 . 10^{-7}$
6	$1 . 10^{-6}$	$9 . 10^{-7}$
8	$4 . 10^{-6}$	$1 . 10^{-6}$
10	$1 . 10^{-5}$	$5 . 10^{-5}$
12	$3 . 10^{-5}$	$6 . 10^{-5}$
14	$8 . 10^{-5}$	$8 . 10^{-5}$
16	$1 . 10^{-4}$	$2 . 10^{-4}$
18	$3 . 10^{-4}$	$4 . 10^{-4}$
20	$4 . 10^{-4}$	$7 . 10^{-4}$

Ce tableau (T. 26) autorise les remarques suivantes :

1. la teneur en auxines des racines varie suivant l'âge de celles-ci, les racines jeunes contiennent beaucoup moins d'auxines que des racines âgées ;

2. on peut alors comprendre (je reviendrai plus longuement sur ce problème) les résultats concernant le développement des racines étudié plus haut (chap. I, E. 1 et 2). Les racines jeunes croissent plus vite que les autres ; les premières ont peu d'auxines, mais comme le taux augmente, elles ne tardent pas à en contenir trop, d'où inhibition de croissance.

3. Extraction partielle.

Les mesures ne seront détaillées que pour des racines de 12 mm de longueur.

ANGLES DE COURBURE DES COLEOPTILES (°)
PORTANT CHACUNE UN BLOC D'AGAR (TYPE 1 OU 2)

	SEGMENTS	LONGUEUR EN MM	SERIES DE 25 MESURES										MOYENNES
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
TYPE 1 TABLEAU 27 20 BLOCS POUR 20 FRAGMENTS DE RACINES	I	0-2	9	10	11	11	8	13	10	12	12	14	11
	II	2-4	13	10	12	10	15	15	18	18	13	16	14
	III	4-6	17	14	10	21	19	19	19	15	20	15	17
	IV	6-8	13	15	16	16	13	13	13	12	14	18	14
	V	8-10	13	12	11	16	11	12	16	17	10	16	14
	VI	10-12	10	13	9	11	14	14	11	15	13	16	12
TYPE 2 TABLEAU 28 20 BLOCS POUR 30 FRAGMENTS DE RACINES	I	0-2	10	8	3	6	9	2	7	4	5	6	6
	II	2-4	11	12	13	7	9	7	8	15	18	10	10
	III	4-6	15	17	14	10	15	16	16	16	15	16	15
	IV	6-8	13	15	16	12	19	17	19	16	20	13	16
	V	8-10	14	17	16	20	16	19	18	18	15	17	17
	VI	10-12	23	20	26	18	19	21	17	15	21	20	20

A. TENEUR EN AUXINES DES SEGMENTS DE RACINES DE 12 MM.

Les racines sont coupées en 6 fragments de 2 mm chacun (désignés de I à VI). 20 segments du même numéro d'ordre (par exemple 20 segments de 0 à 2 mm de 20 racines différentes) sont placés dans les cuves métalliques (20 par cuve), chaque bloc étant par conséquent l'équivalent d'un segment.

Pour traduire l'angle de courbure correspondant, il faut faire le raisonnement suivant : un angle est exprimé par deux valeurs (fig. 6) en Mol. ABIA (inhibitrice et accélératrice). La-

quelle faut-il choisir ? On est obligé de faire deux séries de mesures :

1. chaque bloc d'agar correspond à la teneur d'un fragment de racine : on prendra donc 20 blocs pour 20 fragments (T. 27) ;

2. chaque bloc d'agar correspond à la teneur d'un fragment et demi de racine : on prendra alors 20 blocs pour 30 fragments (T. 28).

Si la courbure dans le second cas est supérieure à la courbure correspondante dans le premier, c'est que la dose était accélératrice puisqu'une augmentation d'auxines (30 fragments au lieu de 20 pour 20 blocs) entraîne une courbure plus grande. Si la courbure est plus petite, c'est la dose inhibitrice qu'il faut adopter.

Ces mesures seront faites pour des fragments de racines (segments I à VI) pris à des niveaux différents.

Il ressort des tableaux 27 et 28 que :

1. pour les trois premiers segments, l'angle de courbure diminue, c'est la dose inhibitrice qu'il faut adopter et nous avons

S. I : 10^{-5} Mol. ABIA ; S. II : 5.10^{-6} Mol. ABIA ;
S. III : 10^{-6} Mol. ABIA.

2. pour les trois segments suivants, l'angle de courbure augmente, c'est la dose accélératrice qu'il faut adopter et nous avons

S. IV : 5.10^{-7} Mol. ABIA ; S. V : 5.10^{-7} Mol. ABIA ;
S. VI : 10^{-7} Mol. ABIA.

B. GÉNÉRALISATION A DES RACINES DE LONGUEURS VARIABLES

Les essais précédents portaient sur des racines de 12 mm de longueur. Il était intéressant d'étudier la répartition des auxines pour des racines de longueurs variables. Nous avons fait les mêmes raisonnements et mesures que plus haut. Les résultats présentés dans la fig. 10 A permettent les remarques suivantes :

1. la teneur en auxines diffère de la pointe à la base de la racine ;

2. la concentration passe par un maximum entre ces deux extrémités ;

3. ce maximum est d'autant plus éloigné de la pointe que la racine est plus longue ;

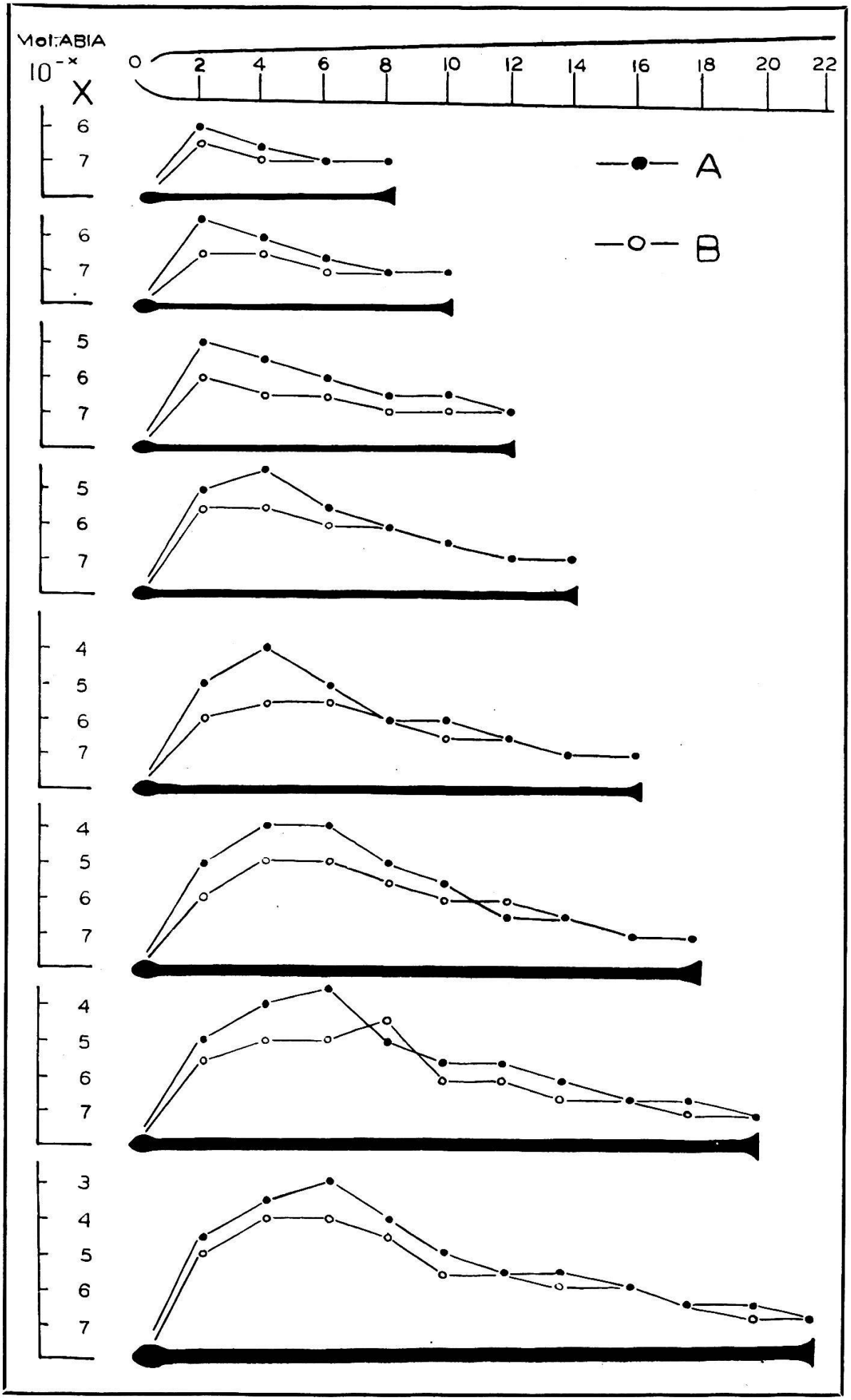

Fig. 10. — Courbes de répartition des auxines dans des racines de différentes longueurs (de 8 à 22 mm).
A. Racines à l'obscurité. B. Racines éclairées.

4. L'amplitude du maximum varie et vaut environ 10^{-6} Mol. ABIA pour des racines courtes et 10^{-3} Mol. ABIA pour des racines longues.

C. ACTION DE LA LUMIÈRE.

(Pour l'historique, v. chap. IV. A).

On a vu (chap. I, E. 5) l'action de la lumière sur la croissance des racines ; un trouble auxinique était à prévoir. Il importait de le mettre en évidence ici. C'est pourquoi des mesures identiques aux précédentes ont été faites avec des racines exposées à la lampe de Wood. L'examen de la fig. 10 B, autorise les remarques suivantes :

1. la répartition des auxines reste identique, un maximum est encore observable au niveau du méristème radiculaire ;

2. par contre, l'amplitude maxima de répartition change ; elle est bien plus faible que précédemment (la lumière détruisant ou inactivant les auxines, le problème de la déviation sous l'action de la lumière sera abordé plus loin, chap. IV, D. 4) ;

3. il est maintenant possible d'expliquer les résultats obtenus plus haut (chap. I, E. 5).

a) Si on éclaire une racine courte, sa croissance diminue parce que les auxines, déjà en faible quantité, sont détruites.

b) Si on éclaire une racine longue, sa croissance reprend, parce que la concentration des auxines (inhibitrice) diminue et devient accélératrice.

4. Discussion des résultats.

La méthode d'extraction totale a montré que le taux en auxines augmentait très sensiblement avec la longueur des racines.

La technique d'extraction partielle a permis de comprendre la distribution des auxines suivant la longueur de la racine (avec un maximum dans le méristème) et l'action de la lumière sur ces hormones.

L'emploi de l'unité proposée, le Mol. ABIA, s'est trouvé justifié et la commodité de cette méthode a été mise en évidence. Pourtant, on pouvait se demander s'il n'était pas possible de tourner une difficulté essentielle dans les recherches sur les auxines, difficulté qui réside dans l'emploi d'un test sans aucune relation avec le sujet donné, autrement dit s'il n'était pas possible de prendre comme objet de mesure la racine elle-même.

E. METHODE III : TECHNIQUE NOUVELLE

1. Principe. (fig. 11).

Rappelons qu'une racine assez longue (20 mm et plus), privée de sa pointe, accélère sa croissance. Au lieu d'enlever définitivement cette pointe, déplaçons-la légèrement sur la droite, de telle façon qu'elle reste appliquée sur la racine. Comme on l'a vu (3 b.), si les racines possèdent une quantité d'auxines variables la pointe a au contraire une teneur en auxines

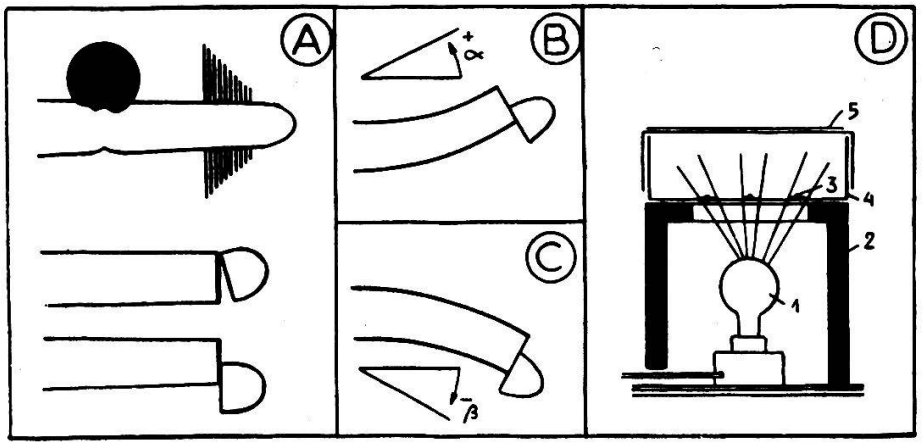

FIG. 11.

A. Racines entières, puis racines décapitées. B. Courbure positive (accélération du test). C. Courbure négative (inhibition du test). D. Technique de mesure : 1. Source lumineuse. 2. Boîte noire. 3. Racines. 4. Boîte de Petri. 5. Papier millimétré.

presque constante. Si la région placée immédiatement sous cette pointe contient peu d'auxines, la croissance de cette face se trouvera accélérée, d'où une courbure + (fig. 11 B) ; si au contraire la racine est déjà trop riche en auxines, la face sera inhibée, la courbure par conséquent changera de sens (fig. 11, C).

Une telle méthode qui permettra, suivant l'âge des racines, de suivre leur teneur en auxines, ne présente pas que des avantages. En effet, les racines doivent être parfaitement rectilignes, les mesures ne peuvent porter que sur un temps très court, les racines de petite taille sont d'un maniement difficile, etc.

2. Technique et mesures.

Les graines de *Lens* sont mises en germination à l'obscurité et à une température de 18° sur du papier buvard humide. Lorsque les racines, parfaitement horizontales, ont atteint la longueur voulue, elles sont placées sur du buvard stérile, hu-

mecté d'eau distillée et dans des boîtes de Petri. Les racines sont alors décapitées à 2 mm et les pointes placées sur les racines. L'essai dure 45 minutes, après quoi l'angle de courbure est évalué par ombre projetée (fig. 11, D).

3. Variation des résultats.

A l'aide du test précédent, nous avons abordé les questions suivantes :

1. variation de la courbure pour des racines de différentes longueurs développées à l'obscurité (fig. 12, A) ;

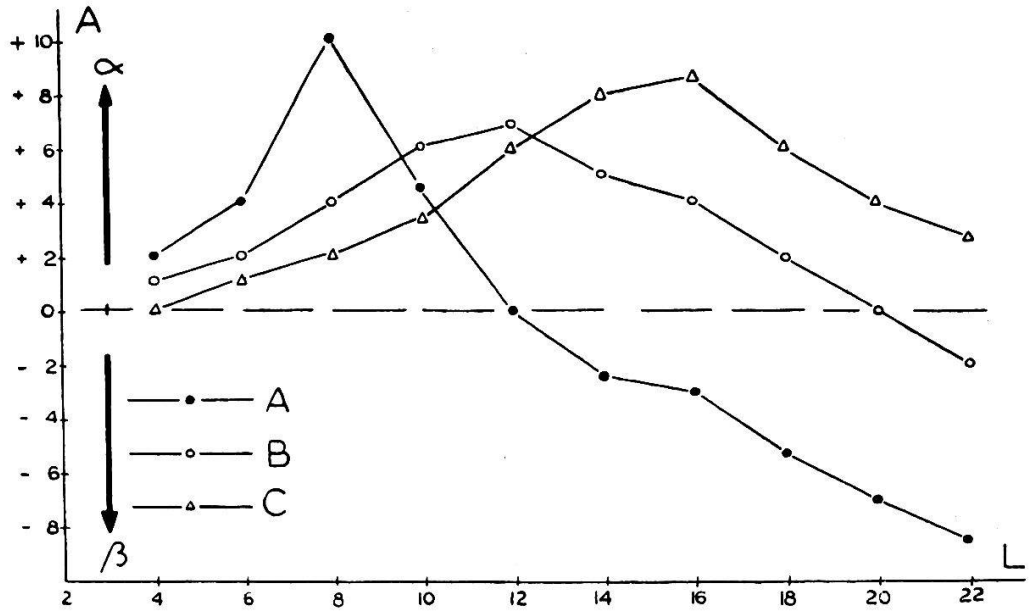

FIG. 12. — Emploi du test (v. fig. 11).
L. Longueur des racines en mm. A. Angle de courbure en degrés, A. Racines à l'obscurité. B. Racines en lumière blanche. C. Racines soumises aux radiations ultra-violettes.

2. *idem,* mais pour des racines développées à la lumière blanche (fig. 12, B) ;

3. même problème, mais pour des racines mises en présence d'une source de radiations ultra-violettes (fig. 12, C) ;

4. variation de l'angle pour des racines de 8 mm traitées par un sel de l'hétéroauxine (T. 29).

En examinant les courbes de la fig. 12, on pourra faire les remarques suivantes :

1. la courbure commence toujours par être positive, le test est donc nettement activé, les racines contiennent encore peu d'auxines ;

2. dans le cas de racines placées à l'obscurité (A), l'inhibition apparaît rapidement pour une longueur supérieure à 12 mm ; il y a déjà plus d'auxines ;

3. pour des racines éclairées, l'inhibition est moins rapide, ce qui confirme les précédents résultats ; en outre, l'inhibition se produit plus tôt (20 mm) pour des racines exposées à la lumière blanche que pour des racines (28 mm environ) exposées aux radiations ultra-violettes (voir aussi développement des coléoptiles : chap. II, H. 3 b.) ;

4. cette nouvelle méthode confirme donc très exactement les résultats précédents. Les auxines radiculaires, d'abord en faible quantité, augmentent et ne tardent pas à inhiber le développement des organes dans lesquels elles se trouvent.

Il reste à étudier l'action du milieu sur le test. On a vu, à propos de la sensibilité du test *Avena* (chap. II, H. 3 e) qu'en faisant varier la teneur en hétéroauxine du milieu, la coléoptile pouvait changer complètement son comportement. Il en va de même ici.

On utilise des racines de 8 mm de longueur (qui donnaient une courbure moyenne de 10°, V. A). Le milieu de culture est traité par des solutions de b. indolylacétate de K, en concentration molaire connue [1].

TABLEAU 29. — Angles de courbure des racines de Lens décapitées et développées dans un milieu contenant un sel de l'hétéroauxine (b. indolylacétate de K).

Conc. en Mol. BIAK du milieu [2]	Séries de 15 mesures (en degrés)					Moyennes
	I	II	III	IV	V	
10^{-2} Mol. BIAK	—10	—13	—13	—12	—11	—12
10^{-5}	— 5	— 7	— 6	— 5	— 6	— 6
10^{-8}	— 2	— 1	1	— 2	— 1	— 1
10^{-11}	2	3	0	3	2	2
10^{-14}	4	6	3	2	5	4
$10^{-\infty}$	8	9	13	13	8	10

Le tableau 29 autorise les remarques suivantes :

1. placé dans un milieu auxinique variable, le test présente des angles de courbure différents ;

[1] Ce produit a été préparé par M. Jaunin (Lab. Chimie organique) et le pH des solutions régulièrement contrôlé par M. Gailloud (Lab. Chimie physique). Je tiens à remercier bien vivement MM. Gailloud et Jaunin pour leur collaboration.

[2] 500 cc de solution pulvérisée sur de la sciure humide (300 cm² et 3 cm d'épaisseur) contenant 100 graines de germination.

2. pour des concentrations trop fortes, le test est nettement inhibé ; les courbures seront négatives ;

3. pour des concentrations plus faibles, la courbure redevient positive, sans atteindre toutefois la valeur maxima de 10°, (angle correspondant à un milieu complètement dépourvu d'hormones de croissance).

F. CONCLUSION

Dans cette étude sur la répartition des auxines dans la racine, j'ai été amené à utiliser un certain nombre de techniques distinctes dont il paraît intéressant de comparer les résultats.

1. La technique de diffusion (directe et indirecte) a montré que la concentration des auxines varie suivant la longueur des racines et croît légèrement si cette longueur augmente. Ce résultat se trouve parfaitement confirmé par les autres techniques employées.

2. Si la teneur en auxines augmente, il arrive un moment où le taux en hormones devient nettement inhibiteur ; la troisième technique utilisée a montré très nettement ce passage.

3. La diffusion des auxines à partir de pointes de racines est difficile à mettre en évidence. Elle semble cesser au bout de 45 minutes, fait qu'on peut expliquer par la déshydratation de l'organe étudié.

4. La technique d'extraction nous donne une teneur plus forte en auxines radiculaires que la technique de diffusion.

5. J'ai insisté sur les difficultés qui apparaissent dans l'emploi d'un test qui diffère du sujet à examiner et j'ai montré l'avantage qu'il y avait à se servir du même matériel.

6. L'Unité Mol. ABIA, proposée dans le chapitre précédent, s'est révélée très commode pour l'évaluation de la teneur en auxines d'un tissu.

7. L'emploi du test *Lens* a montré les diverses phases de distribution auxinique dans les racines de *Lens*, entrevues par les autres techniques :

a) peu d'auxines : la croissance est faible ;

b) teneur plus élevée en auxines : la croissance est plus forte ;

c) trop d'auxines : l'inhibition de développement apparaît.

Ainsi, suivant sa longueur, la racine se comportera tout différemment, d'où les contradictions nombreuses signalées dans quelques travaux.