Gradients de croissance et problèmes auxiniques. II, Etats statique et dynamique

Autor(en): **Pilet, Paul-Emile**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Berichte der Schweizerischen Botanischen Gesellschaft = Bulletin de la Société Botanique Suisse**

Band (Jahr): **71 (1961)**

PDF erstellt am: **27.04.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-50181

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Gradients de croissance et problèmes auxiniques

II. Etats statique et dynamique

Par *Paul-Emile Pilet*[1]

Laboratoire de physiologie végétale, Université de Lausanne

Manuscrit reçu le 11 janvier 1961

Avant-propos

Dans un précédent travail (Pilet, 1960), nous avons proposé une nouvelle méthode d'analyse de la répartition de la croissance le long de l'axe de la racine. Nous avons, dans cette même publication, illustré ce «mode de représentation» par quelques exemples concernant l'état auxinique endogène et les gradients auxines-oxydasiques.

Le but de cette présente note est de discuter, en utilisant la technique précédemment décrite, les relations entre la croissance, la teneur en auxines et l'activité auxines-oxydasique dans les racines du *Lens culinaris*.

L'étude de la croissance des racines en relation avec les auxines a donné lieu à un certain nombre de publications; mentionnons, à ce propos, les mises au point d'Aberg (1957), de Bürstrom (1953), de Street (1960) et de Torrey (1956). L'examen des gradients selon la méthode décrite dans notre précédent travail nous permet d'envisager ce problème sous un angle un peu différent.

Le problème

Depuis la découverte des auxines (v. Pilet, 1961), on a constamment cherché à établir, entre ces hormones et les processus d'auxèsis et de mérésis, des relations précises qu'il n'a pas toujours été facile, d'ailleurs, de mettre en évidence. Lorsque a été établie la notion d'auxines-oxydases (Gordon, 1954, Larsen, 1951 et Ray, 1958), on a également tenté de prouver que ces enzymes étaient responsables de l'état auxinique et contrôlaient finalement la croissance. Mais de très nombreux faits contradictoires, dus souvent à des méthodes d'analyse et d'expression discutables (Erickson et Goddard, 1951), se sont ajoutés à ceux qui semblaient indiquer l'existence de réelles interactions entre croissance, auxines et auxines-oxydases.

---

[1] Ce travail a pu être réalisé grâce à la collaboration de Mme Cl. Grandchamp et de Mlles Carrard, Delafontaine et Roll.

Sur un matériel relativement commode, et en utilisant cette méthode de représentation que nous citions plus haut, nous nous proposons:

1. d'établir les gradients de croissance, d'auxines endogènes et d'activité auxines-oxydasique, le long de l'axe radiculaire et pour des racines considérées à des états de croissance différents;
2. de comparer ces gradients entre eux:
   a) gradients de croissance et gradients auxiniques;
   b) gradients auxiniques et gradients auxines-oxydasiques.

Gradients statiques et dynamiques

On peut tout d'abord considérer, le long de l'axe d'un organe quelconque, la distribution d'un phénomène ou d'un facteur donné (croissance, auxines, etc...). Nous appellerons un tel gradient, un *gradient statique* (figure 1 A). Ce gradient peut être étudié pour un organe pris en un temps déterminé (par exemple T_o, T_n et T_n+t) et défini selon le même axe mais pour des longueurs évidemment différentes (par exemple L_o, L_n et L_n+t).

Si nous voulons maintenant comparer ces gradients entre eux, en fonction du temps, une difficulté se présente: celle de choisir des zones (prises le long de l'axe) physiologiquement équivalentes et non topographiquement identiques. Et c'est là que nous devons appliquer la méthode présentée et discutée dans notre précédente note (Pilet, 1960). Nous définirons alors un nouveau type de gradients, que nous appellerons cette fois *gradient dynamique* (figure 1 B).

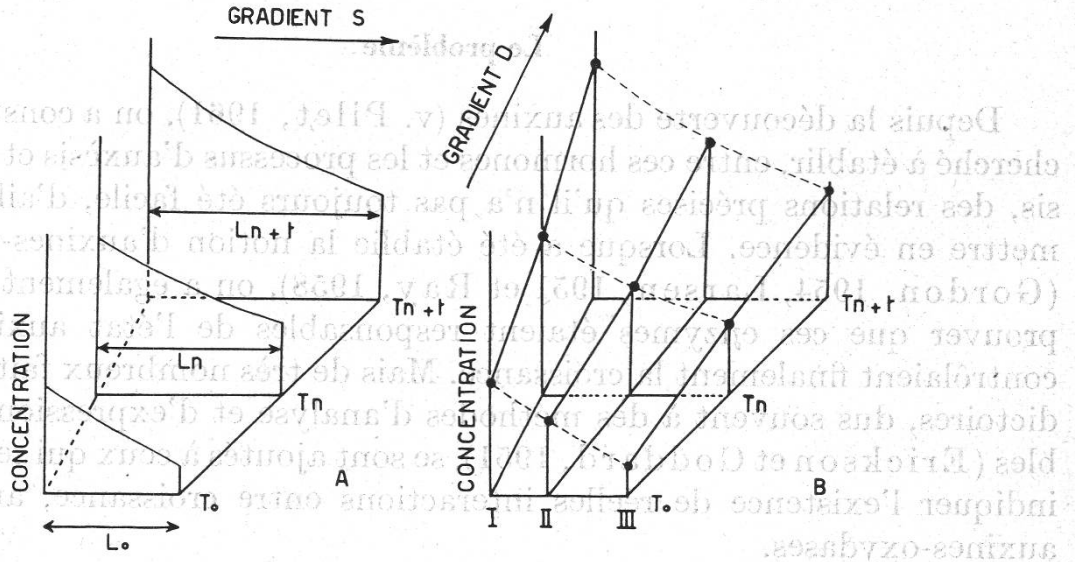

Figure 1

Gradients statique (A: Gradient S) et dynamique (B: Gradient D) pour diverses longueurs de racines (L_o, L_n et L_{n+t}) et à des temps différents (T_o, T_n et T_{n+t})

Pour établir valablement les relations entre croissance, auxines et auxines-oxydases, il convient d'utiliser à la fois les gradients statiques et les gradients dynamiques.

Gradients et critères de référence

A plusieurs reprises (Pilet, 1951; 1959; Pilet et Siegenthaler, 1959), nous avons insisté sur l'importance du choix du critère de référence adopté. Lorsqu'on rapporte un gradient quelconque, il nous paraît essentiel de le caractériser de plusieurs façons différentes. Par exemple, si l'on veut exprimer les variations du contenu en auxines le long de l'axe d'une racine, il convient de donner non seulement les valeurs expérimentales en fonction du poids frais ou du poids sec, mais aussi en fonction de la teneur en azote total ou protéinique, etc...

En utilisant (figure 2), un seul critère de référence R, par exemple, on serait tenté de dire que, pour un gradient GR_1, la zone II est plus riche que les zones I, III et IV, or en adoptant un autre critère, R_2 ou R_3 par exemple, on pourrait constater que c'est tour à tour I et III qui sont caractérisées par une concentration optima du facteur étudié.

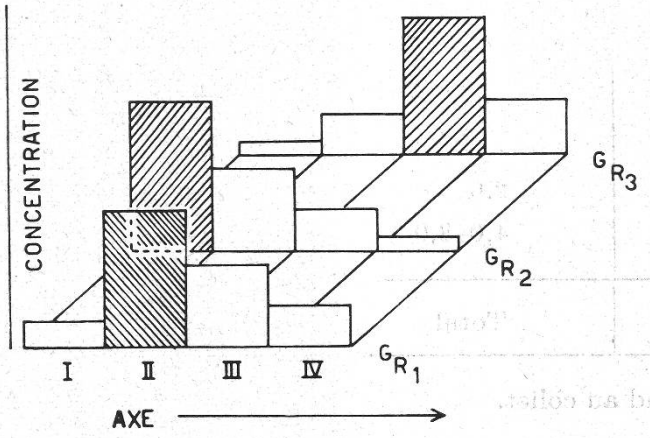

Figure 2

Comparaison théorique de trois gradients G_{R_1}, G_{R_2} et G_{R_3}, le long de l'axe pour quatre régions distinctes (I, II, III et IV)

Techniques

Préparation du matériel

Nous indiquerons brièvement l'essentiel de notre technique (Pilet, 1958).

Les graines du *Lens culinaris* sont mises à imbiber 4 h dans de l'eau déionisée puis, après lavage, déposées dans des boîtes de Petri sur papier-filtre contenant de l'eau déionisée. Après 24 h (obscurité, 25° C), les plantules sont sélectionnées et on ne conserve que celles dont les racines mesurent 2 mm $\pm$ 0,5. On place alors ces plantules dans de petites boîtes de Petri sur papier-filtre, imprégnés d'une solution-tampon KH_2PO_4 –

Na_2HPO_4 (*p*H: 4,8) additionnée de saccharose 1 %. Lorsque les racines mesurent environ 8 mm, on les sélectionne.

Croissance

A l'aide d'un instrument formé de fils tendus et distants les uns des autres d'une longueur déterminée, on marque alors les racines en employant une solution de glycérine dans laquelle on aura dissous du noir animal (Pilet, 1960). Les racines seront initialement divisées en cinq zones distinctes (tableau 1).

Une fois marquées, les racines longues de 8 mm sont placées (10 par boîte) dans des conditions semblables à celles qu'on vient de décrire. On utilise, pour chaque essai, 80 racines. Après 12 h de culture, on mesure les longueurs de chacune des zones précédentes (loupe: 10 ×; micromètre oculaire).

Tableau 1

Caractéristiques topographiques des racines du *Lens*

Zones	Régions approximatives	Longueur comptée à partir de l'apex (mm)	Longueur des zones (mm)
1	Coiffe	0,0–0,5	0,5
2	Méristème	0,5–1,0	0,5
3	—	1,0–2,0	1,0
4	—	2,0–4,0	2,0
5	*	4,0–8,0	4,0
		Total	8,0

* L'extrémité de cette zone correspond au collet.

Auxines

Nous résumerons très brièvement cette technique qui a été décrite ailleurs (Pilet, 1951; 1951; 1953; 1958; 1958).

Les racines de 8 mm (temps 0) ou celles qui ont été cultivées pendant 12 h comme on vient de l'écrire, sont broyées dans des mortiers (—28° C) en présence de SiO_2 avec quelques gouttes d'éther redistillé et dépourvu de peroxyde. Le mélange est (après 12 h à +1° C) centrifugé (4000 g; 10 mn); le résidu est lavé à l'éther et le solvant recueilli et complété à 300 ml (pour 100 g environ de racines; l'éther est ensuite concentré, traité par $NaHCO_3$ 0,5 M; la phase aqueuse est récoltée et acidifiée par HCl 0,5 *n* (*p*H: 3,5). On épuise, par l'éther, cette phase et on conserve

l'éther récolté, c'est la *fraction éthérée acide des auxines libres* que nous utiliserons dans ces essais.

L'extrait est alors déposé sur le papier de chromatographie (0,5 ml par spot). On procède à la séparation (chromatographie descendante; papier Whatmann N° 1); solvant: 80% d'isopropanol —10% d'ammoniaque (28%) —10% d'eau, selon notre technique habituelle (Pilet, 1958; 1958).

On découpe ensuite le papier et on élue les diverses bandes obtenues (correspondant chacune à un Rf déterminé) avec la solution nutritive qui sera employée pour le dosage biologique.

Le test employé dans ces essais a été également décrit ailleurs (Pilet, 1958; Pilet et coll., 1960); il s'agit de pointes de racines du *Lens* (3,3 mm) qui seront déposées sur du papier-filtre plongeant dans la solution d'élution: Na_2HPO_4 – KH_2PO_4 – saccharose 1% (*p*H: 5,1). La culture se fait à l'obscurité (12 h) à 25° C. Après calcul des coefficients de correction (Pilet, 1958), on obtient des *histogrammes* dans lesquels on a reporté le % de croissance du test en fonction du Rf. L'acide β-indolyl-acétique (ABIA) correspond à une zone de Rf comprise entre 0,40 à 0,55. On exprimera le contenu en auxines endogènes en termes d'équivalents d'ABIA.

Auxines-oxydases

Ici encore l'essentiel de la technique a été donné ailleurs (Pilet, 1957; 1957; 1957; 1959), nous nous contenterons d'un sommaire résumé de notre méthode: les fragments sont broyés (—23° C) en présence d'une prise de SiO_2 et quelques gouttes de solution-tampon KH_2PO_4 – Na_2HPO_4 (*p*H: 6,1), la mixture est centrifugée (4000 g; 15 mn), l'extrait est alors complété à 10 ml par la solution-tampon. A 2 ml de l'extrait, on ajoute 2 ml de la solution-tampon, 4 ml d'eau et, au temps 0, on complète à 10 ml par 2 ml d'une solution d'ABIA (50μg/ml). Après 60 mn, (la solution active est conservée à l'obscurité et à 30° C), on détermine au photocolorimètre Klett-Summerson (filtre 535 millimicrons), la quantité d'ABIA détruite, en utilisant un réactif préparé à partir de $FeCl_3$ et de H_2SO_4. L'activité auxines-oxydasique sera exprimée par la quantité d'ABIA détruite (en μg) pendant 60 mn et pour 50 mg de poids frais par exemple. Toutes les manipulations et les mesures ont été faites en lumière verte.

Gradients statiques

Croissance

Nous mesurerons la longueur des différentes zones (1 à 5) au temps 0 (lorsque les racines ont une longueur totale de 8 mm) et après 12 h les résultats sont reportés dans le tableau 2 et dans la figure 3.

Ainsi qu'on peut le constater, c'est la troisième zone (de 1,0 à 2,0 mm comptés à partir de l'apex) qui s'est surtout allongée; puis la seconde (de 0,5 à 1,0 mm) a présenté un notable allongement; les autres par contre n'ont manifesté qu'une très faible croissance.

Tableau 2

Croissance des diverses zones de la racine du *Lens*. Les mesures sont faites au temps 0 (L_0) et après 12 h (L_{12})

Longueur totale de la racine – – (temps 0): 8,0 mm – (temps 12): 14,58 mm

Chaque série de résultats correspond à la moyenne de 380 mesures

Zones	L_0	L_{12}	$\triangle L = L_{12} - L_0$	$\frac{\triangle L}{L_0} \cdot 10^2$
1	0,5	0,68	0,18	36
2	0,5	2,01	1,51	302
3	1,0	4,84	3,84	384
4	2,0	2,59	0,59	29
5	4,0	4,46	0,46	11
Total	8,0	14,58	6,58	—

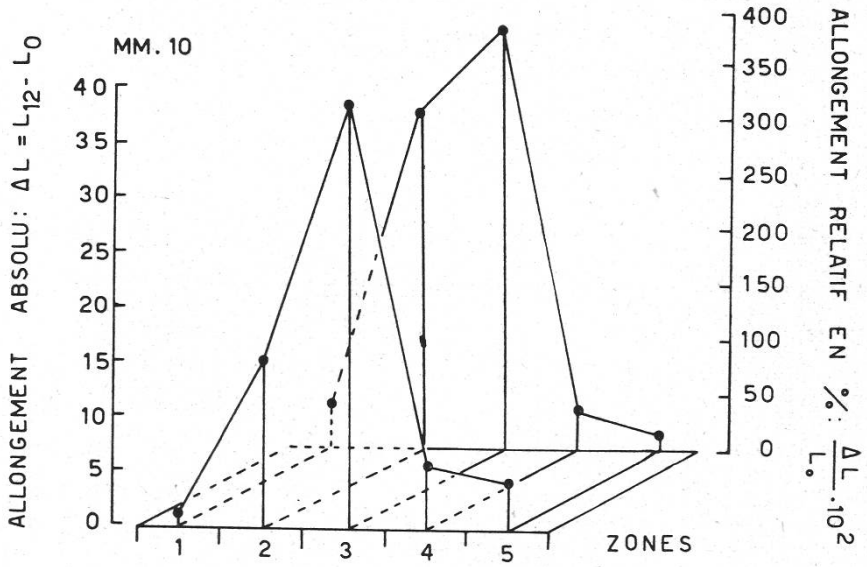

Figure 3

Allongements absolu et relatif des diverses zones radiculaires (1 à 5)

Auxines

Nous procéderons à l'extraction de la fraction éthérée acide des auxines radiculaires que nous séparons par chromatographie (v. p. 28). Les racines de 8 mm (L_0) sont découpées en cinq zones distinctes identiques à celles

définies plus haut. L'analyse biochromatographique des extraits isolés nous permet d'établir, pour chaque zone, des histogrammes (figure 4) qui montrent déjà que c'est dans la zone 3 que se trouve le plus d'auxines du type ABIA. En ramenant ces valeurs à un poids frais unité (5 g) et après corrections (facteur de régression), on peut trouver le contenu en auxines correspondant à chaque zone et par unité de longueur. Les résultats présentés dans le tableau 3 montrent nettement que c'est la zone 3 qui est la plus riche en auxines.

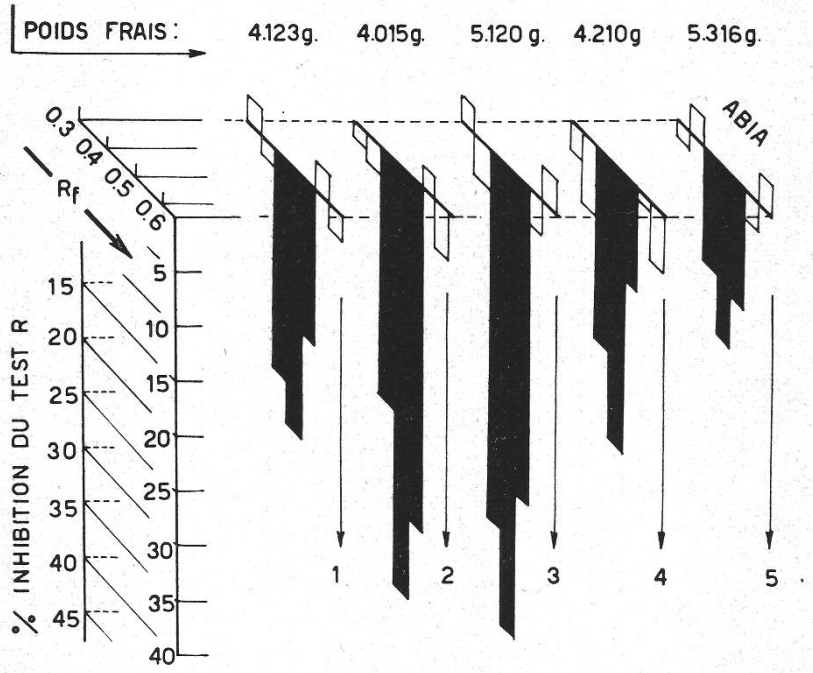

Figure 4

Histogramme des extraits éthérés (fractions acides d'auxines libres) des diverses zones radiculaires (1 à 5). Dosage biologique réalisé avec le test R

Tableau 3

Teneur en auxines (fraction éthérée acide) de racines de 8 mm de longueur
% d'inhibition du test R (dosage biochromatographique)

Zones	% d'inhibition			Teneur en auxines en $\mu g \cdot 10^{-3}$	
	Rf de 0,40–0,45	Rf de 0,45–0,50	Rf de 0,50–0,55	Pour 5 g de poids frais*	Par unité de poids frais et pour 0,1 mm
1	20	24	11	75	15
2	23	38	25	250	50
3	35	42	30	580	58
4	17	26	8	310	16
5	11	16	12	205	5

* Valeurs données en équivalent d'ABIA, après corrections (facteur de régression).

Auxines-oxydases

Des extraits enzymatiques sont préparés pour chaque zone de racines de 8 mm de longueur. Les dosages se font *in vitro* et les résultats, rapportés dans le tableau 4, montrent que c'est au niveau de la zone 3 que l'activité auxines-oxydasique est la plus faible. Suivant le critère de référence choisi (activité donnée par rapport à une unité de poids frais ou d'azote protéinique), les gradients sont différents mais c'est toujours au niveau de la zone 3 que la destruction *in vitro* de l'ABIA est la moins prononcée.

Tableau 4

Activité auxines-oxydasique le long de l'axe radiculaire (racines de 8 mm de longueur). L'activité de ces enzymes est donnée en µg d'ABIA détruit pendant 60 mn

Zones	µg d'ABIA détruits / 60 mn	
	Pour 100 mg de poids frais	Pour 0,1 mg d'azote protéinique
1	60 64 71 65 85 M: 69	9 7 16 4 19 M: 11
2	35 47 48 49 31 M: 42	7 10 4 6 3 M: 6
3	10 4 12 5 9 M: 8	5 1 1 0 3 M: 2
4	20 32 26 37 20 M: 27	6 12 10 4 3 M: 7
5	34 37 20 38 26 M: 31	14 10 7 18 11 M: 12

M: moyenne de 4 séries d'essais.

Relations entre croissance et auxines

Nous comparerons les gradients pour des racines de 8 mm (L_0) et de 14,58 mm (L_{12}); les résultats sont donnés dans le tableau 5. Nous examinerons successivement les gradients statiques puis les gradients dynamiques.

Gradients statiques

Si nous comparons l'allongement relatif ($\triangle L_r$) de chaque zone avec le contenu en auxines initial (C_0) ou final (C_{12}), une relation très nette peut être mise en évidence entre ces deux gradients (figure 5) et nous constatons que c'est là où les auxines sont les plus abondantes que la croissance est la plus élevée.

Tableau 5

Comparaison entre l'accroissement de la teneur en auxines (rapportée à l'unité massique et à l'unité de longueur) et les variations d'allongement de racines du *Lens*. Les valeurs sont données en augmentation relative ($\triangle L_r$ et $\triangle C_r$)

Mesures au temps 0 (L_0) et après 12 h (L_{12})

Zones	Variations de longueur			Contenu en auxines*		
	L_0/mm	L_{12}/mm	$\triangle L_{r(2)} = \frac{L_{12}-L_0}{L_0}$	C_0(1)	C_{12} (1)	$\triangle C_r$(2) $= \frac{C_{12}-C_0}{C_0}$
1	0,5	0,68	+0,36	15	13	—0,13
2	0,5	2,01	+3,02	50	46	—0,08
3	1,0	4,84	+3,83	58	67	+0,15
4	2,0	2,59	+0,29	16	19	+0,18
5	4,0	4,46	+0,11	5	6	+0,20

* En ABIA (Rf: 0,40 à 0,55).

(1) en $\mu g \cdot 10^{-3}$ d'ABIA / 5 g poids frais / 0,1 mm.

(2) si $\triangle L_r$ et $\triangle C_r$ sont > 0, il y a eu accroissement, si ces valeurs sont < 0, il y a eu inhibition.

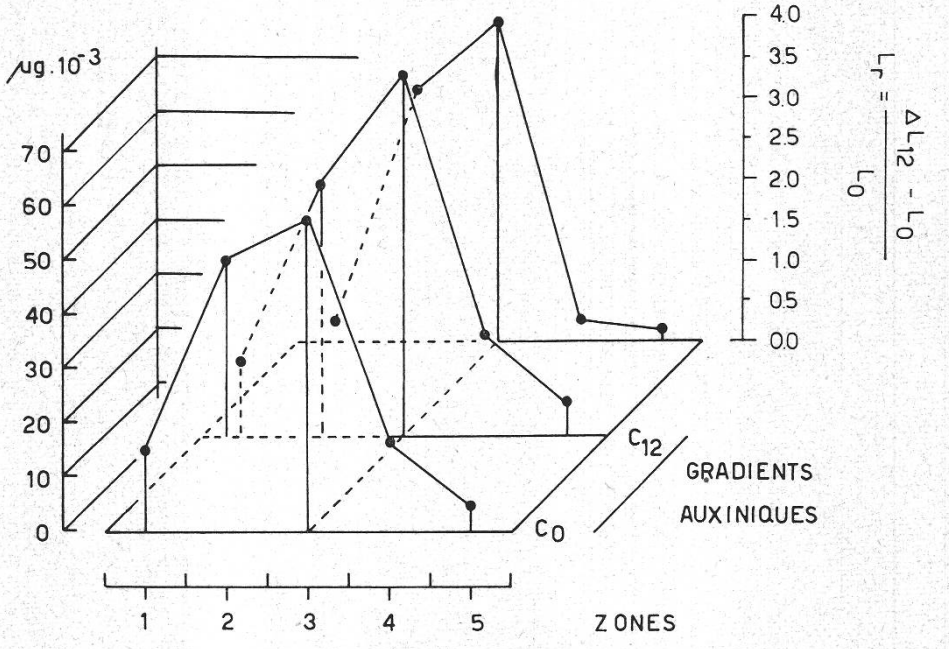

Figure 5

Gradients auxiniques (équival. d'ABIA en $\gamma \cdot 10^{-3}$) et allongement relatif des diverses zones radiculaires (1 à 5)

Gradients dynamiques

Si l'on compare, par contre les valeurs données (v. tableau 5) pour l'augmentation relative de la croissance ($\triangle L_r$) avec celles correspondant

aux variations relatives du contenu en auxines ($\triangle C_r$), on est obligé de constater qu'aucune relation très nette ne peut être établie entre ces deux gradients. Nous serions donc tenté, à première vue, d'écrire que:

> les variations de croissance des diverses zones de la racine ne sont pas *directement* liées aux variations de la teneur en auxines endogènes.

Deux remarques doivent être faites, à ce propos:

Remarque 1

Les résultats que nous venons de rapporter ont été donnés pour des zones physiologiquement équivalentes (v. Pilet, 1960), pourtant nous n'avons rapporté que les valeurs moyennes pour une unité de masse et de longueur. Il est clair que, pour chaque zone, la distribution est loin d'être uniforme, et les conclusions précédentes doivent être nuancées. Mais il est pratiquement impossible de trouver expérimentalement la véritable courbe de gradients auxiniques, aussi nous bornerons-nous à rapporter, pour les zones physiologiquement identiques, les valeurs théoriques et moyennes obtenues (figure 6).

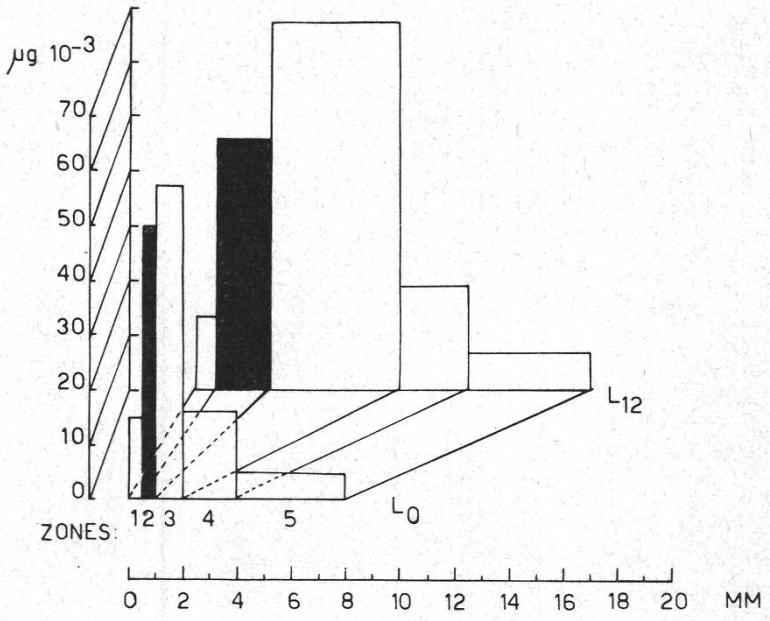

Figure 6

Gradients auxiniques (équival. d'ABIA en $\gamma \cdot 10^{-3}$) pour des zones physiologiquement équivalentes, correspondant à des racines prises à des temps 0 et 12

Remarque 2

Mais la croissance n'est pas placée uniquement sous le contrôle des auxines du type ABIA (seul composé que nous rapporterons puisque les dosages ont porté sur les hormones isolées chromatographiquement et

au Rf correspondant à celui de l'ABIA). Nous devons en effet distinguer trois catégories de facteurs également actifs (Pilet, 1961):

1. les composés auxiniques autres que l'ABIA mais dont le noyau est encore de nature indolique (produits de l'anabolisme ou du catabolisme de l'ABIA: tryptophane, tryptamine, β-indolyl-aldéhyde, etc...);
2. les composés qui assurent aussi la régulation de la croissance mais dont la structure chimique est différente de celle de l'ABIA (par exemple: cinétines, gibbérellines-like substances, etc...);
3. les activateurs et les inhibiteurs de croissance, parmi lesquels nous citerons l'accélérateur α et l'inhibiteur β que nous avons isolés chromatographiquement dans les racines du *Lens* (Pilet, 1958; 1958) et qu'on peut caractériser *a)* par leur Rf et *b)* par leur action sur le test R (dosage biologique: p. 29)

   Accélérateur α Rf: 0,05 à 0,15 (stimulation de l'allongement)
   Inhibiteur β Rf: 0,70 à 0,85 (réduction de l'allongement)

L'étude de la distribution de ces «effecteurs» (figure 7) montre schématiquement leurs variations pour des racines de 8 mm (L_0) et de 14,58 mm (L_{12}).

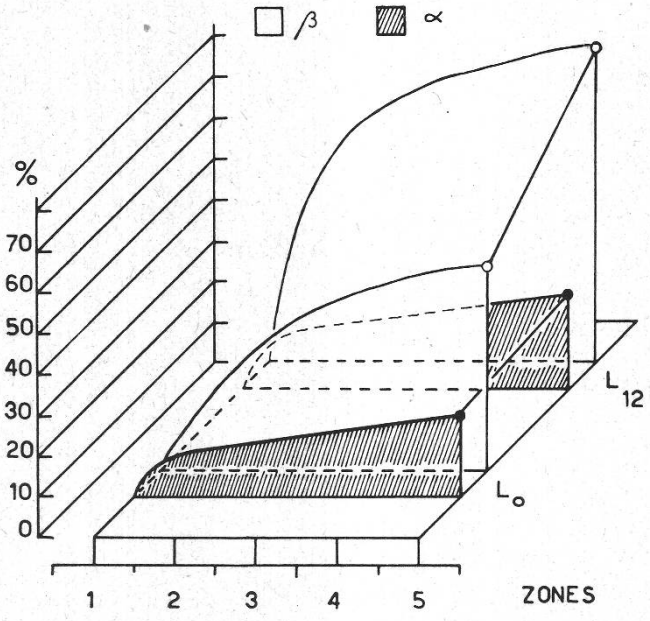

Figure 7

Variations schématiques de la concentration relative de l'accélérateur α et de l'inhibiteur β le long de l'axe et pour des racines de longueurs L_0 et L_{12}

Relations entre auxines et auxines-oxydases

Nous comparerons les gradients pour des racines de 8 mm (L_0) et de 14,58 mm (L_{12}); les résultats sont donnés dans le tableau 6. Comme précédemment, nous examinerons successivement les gradients statiques puis les gradients dynamiques.

Gradients statiques

Si l'on compare (figure 8), pour une longueur déterminée la teneur en auxines et l'activité auxines-oxydasique, on retrouve ce que nous avons, à plusieurs reprises, relevé:

Tableau 6

Contenu en auxines (analyses biochromatographiques: en $\mu g \cdot 10^{-3}$ d'ABIA / 5 g de poids frais / 0,1 mm) et activité auxines-oxydasique (en μg d'ABIA détruit pour 10 g de poids frais et pour 60 mn)

Zones	Contenu en auxines (C)			Activité auxines-oxydasique (A)		
	$L_{(0)}$	$L_{(12)}$	$\frac{C_{(12)}-C_{(0)}}{C_{(0)}}$	$L_{(0)}$	$L_{(12)}$	$\frac{A_{(12)}-A_{(0)}}{A_{(0)}}$
1	15	13	—13,34	6,9	5,4	—21,74
2	50	46	— 8,00	4,2	4,0	— 4,77
3	58	67	+15,52	0,8	1,5	+87,50
4	16	19	+18,80	2,7	3,0	+11,11
5	5	6	+20,00	3,1	2,9	— 6,45

$L_{(0)}$: 8 mm $L_{(12)}$: 14,58 mm

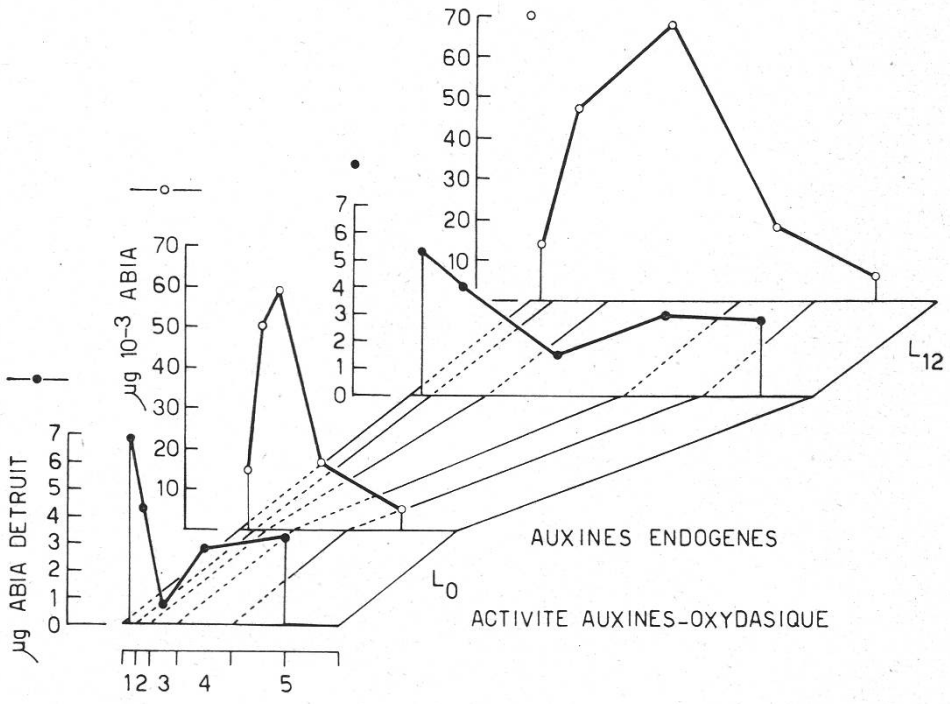

Figure 8

Activité auxines-oxydasique et teneur en auxines endogènes pour les diverses zones radiculaires appartenant à des racines de longueurs L_0 et L_{12}. La comparaison porte sur des zones physiologiquement équivalentes

1. les zones radiculaires qui contiennent le plus d'auxines sont toujours (pour L_0 comme pour L_{12}) celles où les auxines-oxydases sont les moins actives;
2. réciproquement, les zones qui ont le moins d'auxines sont celles où les auxines-oxydases sont les plus actives.

Ainsi, tant qu'on se contente d'une comparaison de gradients statiques, une relation très nette peut être établie entre l'état auxinique endogène et l'activité des systèmes auxines-oxydasiques. Pour un état de croissance donné, les tissus riches en auxines sont précisément ceux où le catabolisme auxinique y est fortement réduit. Inversement, les tissus pauvres en hormones possèdent des auxines-oxydases relativement très actives.

Gradients dynamiques

La comparaison va porter sur des zones physiologiquement équivalentes, mais appartenant à des racines prises à des états de croissance différents (L_0 et L_{12}). Pour simplifier la discussion, nous ne considérerons que deux zones distinctes:

zone 1: $t = 0$ longueur: 0,5 mm $t = 12$ longueur: 0,68 mm
zone 2: $t = 0$ longueur: 1,0 mm $t = 12$ longueur: 4,84 mm

L'examen de la figure 9 autorise les considérations suivantes:

1. pour la zone 1, en passant de l'état (t_0) à l'état (t_{12}), on note une légère baisse de la teneur en auxines. Parallèlement, l'activité auxines-oxydasique est également sensiblement réduite;
2. pour la zone 3, en passant de l'état (t_0) à l'état (t_{12}), on observe une augmentation de la concentration en auxines. Semblablement, l'activité auxines-oxydasique est nettement accrue.

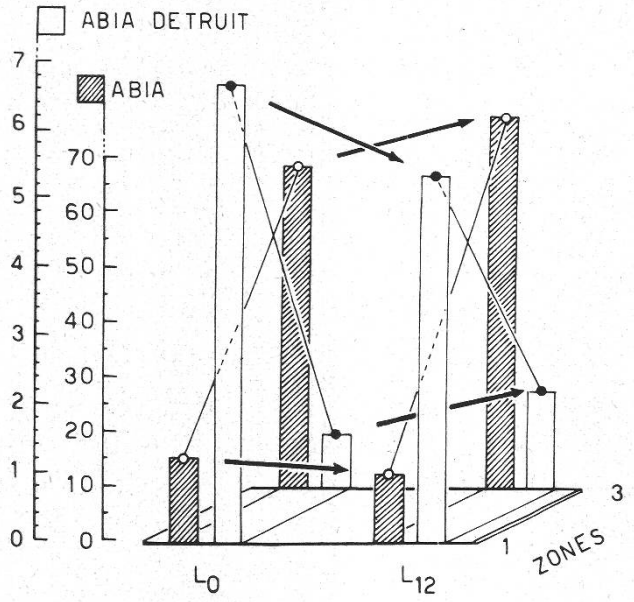

Figure 9

Activité auxines-oxydasique (en ABIA détruit: γ d'ABIA détruit) et contenu en auxines (en $\gamma \cdot 10^{-3}$ d'équival. d'ABIA) pour les zones 1 et 3 appartenant à des racines de longueurs L_0 et L_{12}

Ces résultats sont, à première vue, en désaccord avec ce que nous avait donné l'étude des gradients statiques.

En effet, une augmentation de la teneur en auxines devrait s'accompagner d'une diminution de l'activité enzymatique et inversement une réduction du taux en hormones devrait correspondre à un accroissement de l'activité auxines-oxydasique.

Pour rendre compte des observations précédentes quelques remarques sont indispensables; nous les ferons à propos de la zone 3 qui nous paraît la plus intéressante.

Remarque 1

L'augmentation de la teneur en auxines de cette zone n'est pas un fait surprenant. A plusieurs reprises (Pilet, 1951; 1953; 1957), nous avons montré que, en vieillissant, des tissus s'enrichissaient en auxines.

Remarque 2

Mais, comme les auxines-oxydases sont devenues plus actives, nous devrions avoir moins d'auxines. En fait, il n'est pas impossible d'expliquer cet accroissement de l'activité enzymatique surtout si l'on fait intervenir les processus d'adaptation (Pilet, 1959) de ces enzymes. On a, en effet, montré que l'activité des auxines-oxydases s'accroît en présence de fortes concentrations d'ABIA.

Remarque 3

Ainsi, à côté des variations du catabolisme auxinique, il faut tenir compte des modifications que subissent, au cours du temps, les processus anaboliques. Tout d'abord, il est évident que des auxines et des précurseurs proviennent des autres régions de la plantule et s'accumulent dans cette zone; les auxines ainsi transportées d'ailleurs et celles qui se forment *in situ* (biosynthèse) vont-elles entraîner un accroissement notable de la concentration en hormones endogènes. Parallèlement, les auxines-oxydases, devenues plus actives, vont détruire davantage d'auxines, sans arriver toutefois à «compenser» la forte augmentation de la concentration de ces hormones.

Discussion

Tant qu'il s'agit de l'examen des *gradients statiques*, il est facile d'établir entre la croissance, les auxines et les auxines-oxydases des relations simples et directement compréhensible. En effet, les zones riches en auxines sont celles qu'on peut caractériser par une croissance relativement forte et par une activité auxines-oxydasique peu prononcée. Inversement, les zones pauvres en auxines auront une vitesse de croissance peu pronon-

cée et possèderont des auxines-oxydases relativement très actives. L'étude de ces divers gradients n'est d'ailleurs valable que si l'on examine des zones physiologiquement comparables.

L'analyse des *gradients dynamiques* est moins commode; ainsi qu'on l'a vu, les résultats obtenus paraissent en désaccord avec ceux qui concernent généralement les gradients auxiniques et auxines-oxydasiques. Pourtant, les précédentes remarques nous permettent de rendre compte des observations présentées dans ce travail.

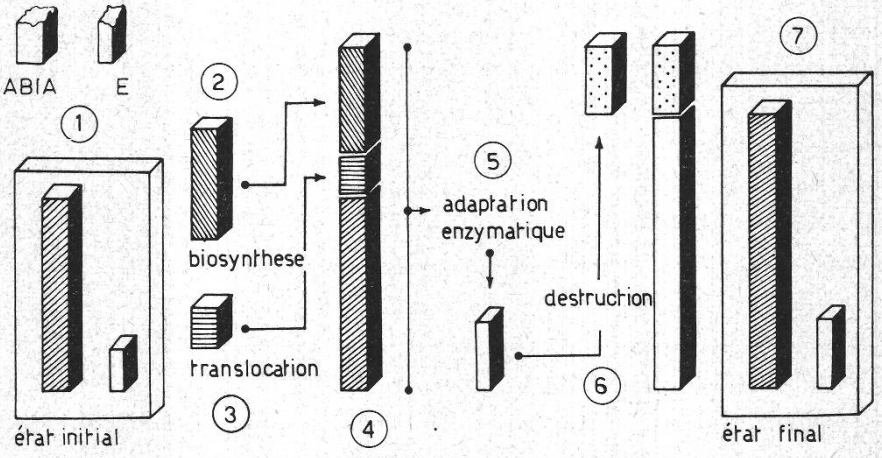

Figure 10

Schéma illustrant les modifications de l'état auxinique endogène E: activité enzymatique

A l'aide d'un schéma (figure 10), on peut imaginer, pour une zone donnée (par exemple, la zone 3), que se déroulent ainsi les divers processus:

1. *l'état initial* est caractérisé par une concentration relativement forte des auxines endogènes et par une activité auxines-oxydasique peu prononcée;
2. l'activation de certains précurseurs assure l'apparition de composés auxiniques (biosynthèse);
3. le transport d'auxines synthétisées ailleurs contribue aussi à accroître la dose en auxines de la zone considérée (translocation);
4. le taux en auxines endogènes va donc augmenter;
5. cette élévation de la concentration en auxines aura pour conséquence de stimuler (adaptation) l'activité des auxines-oxydases;
6. les enzymes, devenues plus actives, vont détruire une certaine quantité d'auxines;
7. *l'état final* sera, par conséquent, caractérisé par une concentration plus forte en auxines endogènes et par une activité auxines-oxydasique légèrement plus élevée.

Bibliographie

Aberg B. 1957. Auxin relation in roots. Ann. Rev. Plant Physiol. **8**, 153.

Bürstrom H. 1953. Physiology of root growth. Ann. Rev. Plant Physiol. **4**, 237.

Erickson R.O. and Goddard D.R. 1951. An analysis of root growth in cellular and biochemical terms. Growth Symposium, **10**, 89.

Goodwin R.H. and Stepka W. 1945. Growth and differenciation in the root of *Phleum pratense*. Amer. Journ. Bot. **32**, 36.

Gordon S.A. 1954. Occurrence, formation and inactivation of auxins. Ann. Rev. Plant Physiol. **5**, 341.

Larsen P. 1951. Formation, occurrence and inactivation of growth substances. Ann. Rev. Plant Physiol. **2**, 169.

Pilet P.E. 1951. Contribution à l'étude des hormones de croissance (auxines) dans la racine du *Lens culinaris* Medikus. Mém. Soc. vaudoise Sc. nat. **10**, 137.

— 1951. Répartition et variations des auxines dans les racines du *Lens culinaris* Med. Expérientia **2**, 262.

— 1953. Physiologie des racines du *Lens culinaris* Med. et hormones de croissance. Phyton (Austria) **4**, 247.

— 1957. Variations de l'activité des auxines-oxydases dans les racines du *Lens*. Expérientia **13**, 35.

— 1957. Activité des auxines-oxydases et vieillissement des tissus. C. R. Acad. Sc. Paris **245**, 371.

— 1957. Dosage photocolorimétrique de l'acide β-indolyl-acétique: application à l'étude des auxines-oxydases. Rev. gén. Bot. **64**, 106.

— 1957. Aspect biochimique du vieillissement des tissus végétaux. Bull. Soc. vaudoise Sc. Nat. **66**, 473.

— 1958. Etude chromatographique de facteurs de croissance radiculaires. C.R. Acad. Sc. **246**, 2399.

— 1958. Analyse biochromatographique des auxines radiculaires – Techniques et résultats. Rev. gén. Bot. **65**, 605.

— 1959. Activité auxines-oxydasique et expression cellulaire. C.R. Acad. Sc., Paris **248**, 1573.

— 1959. Un cas d'adaptation auxines-oxydasique (racine). Rev. gén. Bot. **66**, 450.

— 1960. Gradients de croissance et problèmes auxiniques. I. Critères de référence. Bull. Soc. Bot. suisse **70**, 268.

— 1961. Les phytohormones de croissance (Techniques, Chimie, Biochimie, Physiologie, Applications). Masson Ed., Paris.

— Kobr M. et Siegenthaler P.A. 1960. Proposition d'un test «Racine» (Lens) pour le dosage auxinique (méthode et applications). Rev. gén. Bot. **67**, 573.

— et Siegenthaler P.A. 1959. Gradients biochimiques radiculaires. I. Auxines et réserves azotées. Bull. Soc. Bot. suisse **69**, 58.

Ray P.M. 1958. Destruction of auxin. Ann. Rev. Plant Physiol. **9**, 81.

Street H.E. 1960. Hormones and the control of root growth. Nature **188**, 272.

Torrey J.C. 1956. Physiology of root elongation. Ann. Rev. Plant Physiol. **7**, 237.