

# Structure histologique et catabolisme auxinique des méristèmes radiculaires de *Lens*, *Pisum* et *Zea*

Autor(en): **Pilet, Paul-Emile / Lance-Nougarède, Arlette**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **77 (1967)**

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-54322>

## **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.

# Structure histologique et catabolisme auxinique des méristèmes radiculaires de *Lens*, *Pisum* et *Zea*

Par *Paul-Emile Pilet*<sup>1</sup> et *Arlette Lance-Nougarède*<sup>2</sup>

Manuscrit reçu le 18 janvier 1967

## Introduction

La destruction de l'acide  $\beta$ -indolylacétique (AIA) par des extraits bruts préparés à partir de racines de *Lens culinaris* a donné lieu à quelques travaux (Pilet et Galston, 1955; Pilet, 1960). L'activité *in vitro* des auxines-oxydases – extraites des racines de *Lens* – a été analysée en rapport avec le taux en auxines endogènes de ces racines (Pilet, 1962).

Le but du présent travail est de discuter les observations relatives aux gradients auxiniques et auxines-oxydasiques des pointes de racines de *Lens*, et ceci en rapport avec l'analyse histologique de ces organes. Une étude semblable sera faite – comparativement – pour les racines de *Pisum sativum* et de *Zea Mays*.

## Matériel et méthodes

### *Culture des plantules*

Les graines (*Lens culinaris* Villmorin; *Pisum sativum* var. Alaska; *Zea Mays* 255 Tschirren) sont d'abord imbibées dans de l'eau déionisée (4 h), puis lavées et finalement déposées sur papier-filtre humide dans des boîtes de Petri (obscurité, 22 °C  $\pm$  0,5). Après 24 h, les plantules, dont les racines mesurent de 1 à 3 mm, sont sélectionnées et «repiquées» dans les mêmes conditions. Lorsque les racines ont atteint 18 mm  $\pm$  2 (pour *Lens*, stade d'allongement optimum: Pilet et Went, 1956), elles sont utilisées pour les observations histologiques et pour les dosages biochimiques.

### *Analyses histologiques*

Les racines, choisies pour cette étude, ont été fixées dans le mélange alcool-formol-acide acétique et traitées selon les méthodes histologiques classiques avec inclusion dans la paraffine. Des sections longitudinales de 5  $\mu$  d'épaisseur ont été effectuées et colorées au vert de méthyle-pyronine

<sup>1</sup> Institut de biologie et de physiologie végétales, Faculté des sciences de Lausanne.

<sup>2</sup> Département de botanique, Faculté des sciences de Paris.

(Lison, 1960). Un test à la ribonucléase a été effectué selon la technique de Brachet. Les sections sont traitées pendant 1 h (65 °C) par une solution de ribonucléase dans l'eau distillée (0,01 %; pH 6,0). Le matériel normalement coloré en rouge par la pyronine et perdant sa pyroninophilie après action de la ribonucléase, peut être considéré comme étant de l'ARN. La pyroninophilie des cellules et, en conséquence, leur teneur en ARN par unité de surface cytoplasmique, peuvent être estimées par cette technique (V. Nougarede et coll., 1964).

#### *Activité auxines-oxydasique*

La méthode a été discutée ailleurs (Pilet et Collet, 1962). Nous en rappellerons brièvement le principe. Le dosage *in vitro* de l'AIA détruit se fait à partir d'extraits bruts. Des racines fraîches ( $500 \pm 50$  mg) sont broyées dans des mortiers (+ 1 °C) en présence d'une solution-tampon (0,1 M; pH 6,1). La mixture est soumise à une première centrifugation (3500 g; 10 min). Le surnageant est récolté alors que le résidu est centrifugé une seconde fois (8000 g; 10 min). 2 ml de la solution active sont mélangés à 2 ml d'eau bidistillée et déionisée et à 4 ml de solution-tampon. Au temps 0, on ajoute 2 ml d'une solution d'AIA (50  $\mu$ g/ml). La mixture est alors mise à incuber (obscurité) dans un agitateur thermostaté (28 °C  $\pm$  2). Le taux en AIA initial et final (temps d'incubation: 60 min) est déterminé par colorimétrie (Pilet, 1957).

#### *AIA-like substances*

La technique utilisée pour extraire et séparer les auxines (AIA-like substances) par chromatographie sur couche mince et pour doser leur activité biologique a été décrite en détail (Pilet, 1963). Seule la fraction acide d'un extrait éthylacétique a été prise en considération (Thurmann et Street, 1960). Le solvant de séparation chromatographique (Collet, Dubouchet et Pilet, 1964) a la composition suivante: isopropanol (8) – ammoniacque 28 % (1) – eau (1). Les dosages biologiques portent sur l'emploi du test racine (sommets de racine du *Lens*) décrit ailleurs (Pilet et coll., 1960).

#### *Remarque générale*

Dans toutes les observations où il est question à la fois de dosages biochimiques et d'analyses microscopiques, on se heurte à une difficulté majeure.

Les dimensions de l'«objet» examiné ne sauraient être les mêmes. Ainsi pour la préparation des coupes, on travaille sur des tranches de racine de 5  $\mu$  d'épaisseur – alors que les extraits sont obtenus à partir de fragments de racine de 500  $\mu$  (Pilet et Lance-Nougarede, 1965).

## Résultats

### Analyse de la croissance

Avant de comparer la structure histologique et le catabolisme auxinique des racines de *Lens*, *Pisum* et *Zea*, il était nécessaire de bien définir les caractéristiques touchant la croissance de ces racines, cultivées dans des conditions rigoureusement identiques. Ainsi qu'on peut le voir dans la figure 1, l'allongement des racines (valeurs absolues; chaque valeur est la moyenne de 200 mesures), en fonction du temps, n'est pas exactement le même. Cependant, pour chacun des types de racines employées, il peut être noté:

- une croissance initiale faible;
- une accélération rapide de cette croissance;
- sa diminution progressive.

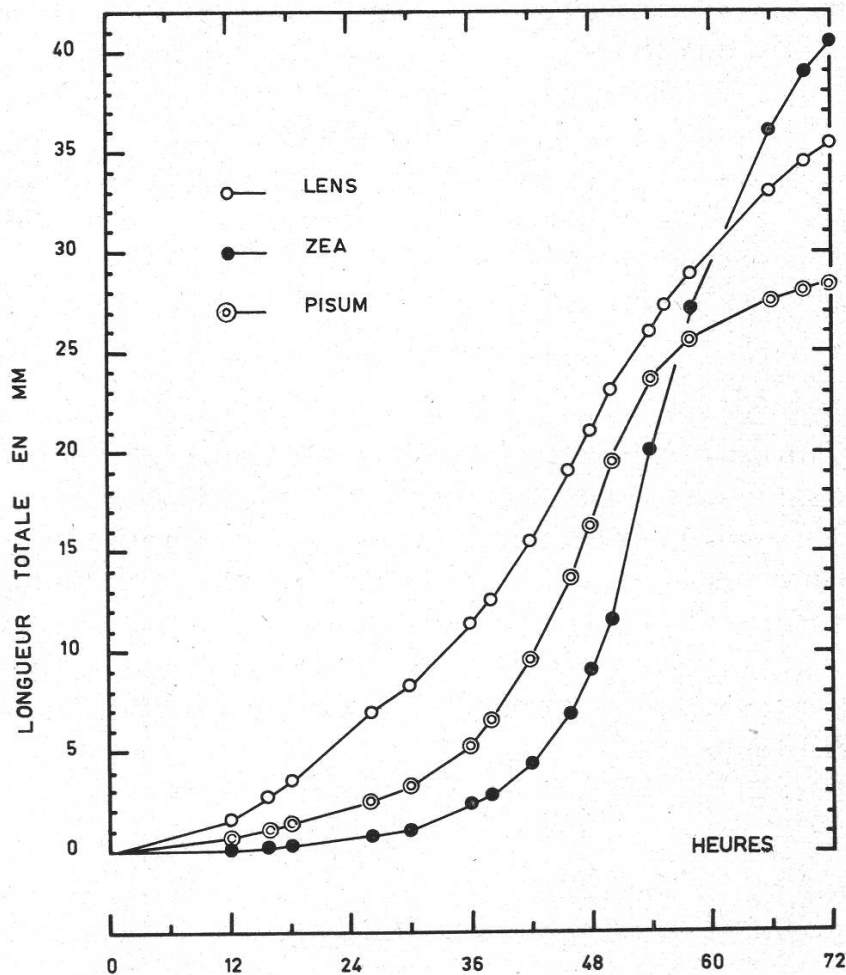


Figure 1

Variations de l'allongement (longueur totale en mm) des racines de *Lens culinaris*, de *Pisum sativum* et de *Zea Mays* en relation avec le temps (heures). Moyennes de mesures sur 200 racines pour chaque série

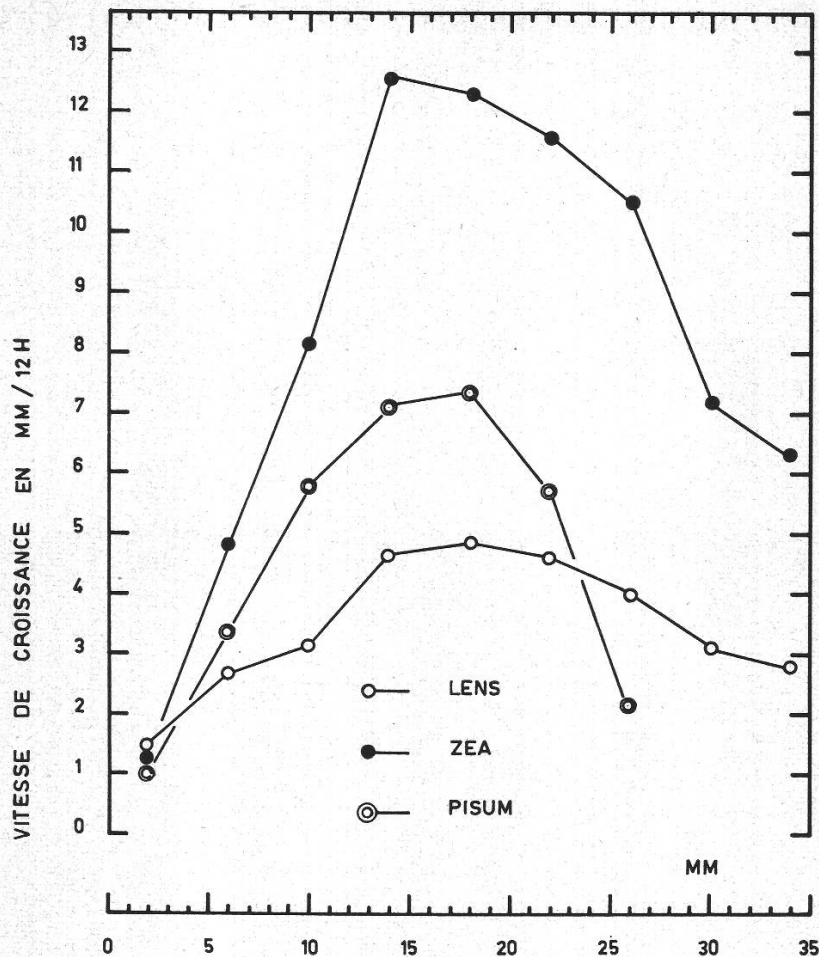


Figure 2

Variations de la vitesse de croissance (en mm/12 h) des racines de *Lens culinaris*, de *Pisum sativum* et de *Zea Mays* en relation avec la longueur totale (en mm) de ces racines. Moyennes de mesures sur 200 racines pour chaque série

En utilisant les courbes de la figure 1, il est possible de calculer la vitesse d'allongement de ces racines. Nous exprimerons cette grandeur en millimètres pour 12 heures. Les valeurs obtenues sont reportées dans la figure 2; elles permettent de tirer les conclusions suivantes:

- pour chaque type de racines, la vitesse de croissance est d'abord faible, puis elle augmente avec le temps pour atteindre une valeur optimale et décroître ensuite;
- cette vitesse maximale varie d'un type de racine à l'autre, elle vaut, pour *Lens*, 4,8 mm/12 h, pour *Pisum*, 7,5 mm/12 h et pour *Zea*, 12,7 mm/12 h;
- cependant, la croissance la plus forte se manifeste, pour chacun de ces types de racines, lorsqu'elles mesurent approximativement 18 mm ( $\pm 4$ ).

Ainsi, la croissance optimale peut être associée à une certaine longueur – la même pour les trois types de racines employées – bien que les vitesses soient différentes. Ces variations de l'allongement ont été – pour les racines de *Lens* – discutées dans la double perspective des modifications de la teneur en auxines endogènes et du catabolisme auxinique de ces racines (Pilet, 1961).

Il est bien clair (Burström, 1953; Torrey, 1956; Aberg, 1957) que les diverses phases de la croissance des racines se trouvent placées sous le contrôle direct de l'état auxinique endogène (Pilet, 1962).

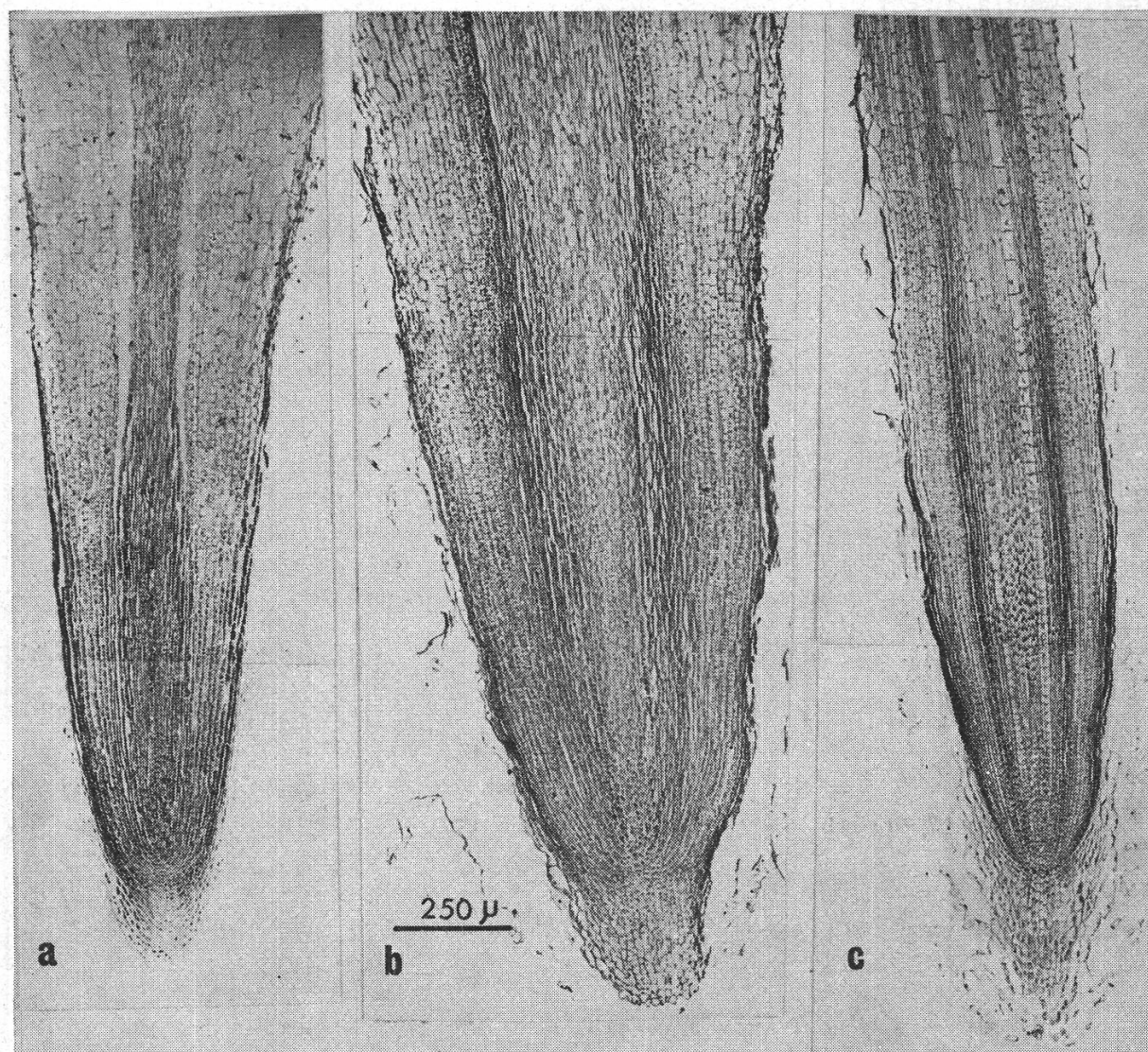


Figure 3

Sections longitudinales de sommets de racines de *Lens culinaris* (a), de *Pisum sativum* (b) et de *Zea Mays* (c)

Fixation: alcool-formol-acide acétique

Coloration: vert de méthyle-pyronine

Afin de bien caractériser le matériel qui sera utilisé pour une étude histologique et pour les analyses biochimiques que nous nous proposons de discuter ici, nous avons choisi d'employer des racines de 18 mm, c'est-à-dire précisément celles qui correspondent à un état de vitesse optimale d'allongement.

### Observations histologiques

La figure 3 présente des sections longitudinales pratiquées sur  $2000 \mu$  à partir de l'extrémité pour des racines de *Lens culinaris*, a, de *Pisum sativum*, b, et de *Zea Mays*, c, de 18 mm de longueur lors de la fixation. La figure 4 situe les diverses zones identifiées; les figures 5 et 6 montrent respectivement l'aspect des tissus compris entre 0 et  $500 \mu$ , puis entre 2000 et  $2500 \mu$  dans les trois exemples choisis pour cette étude.

Dans les trois exemples étudiés (fig. 3, 4 et 5), on remarque, au pôle du cylindre central et sous la coiffe, aux lieux mêmes où l'on situait autre-

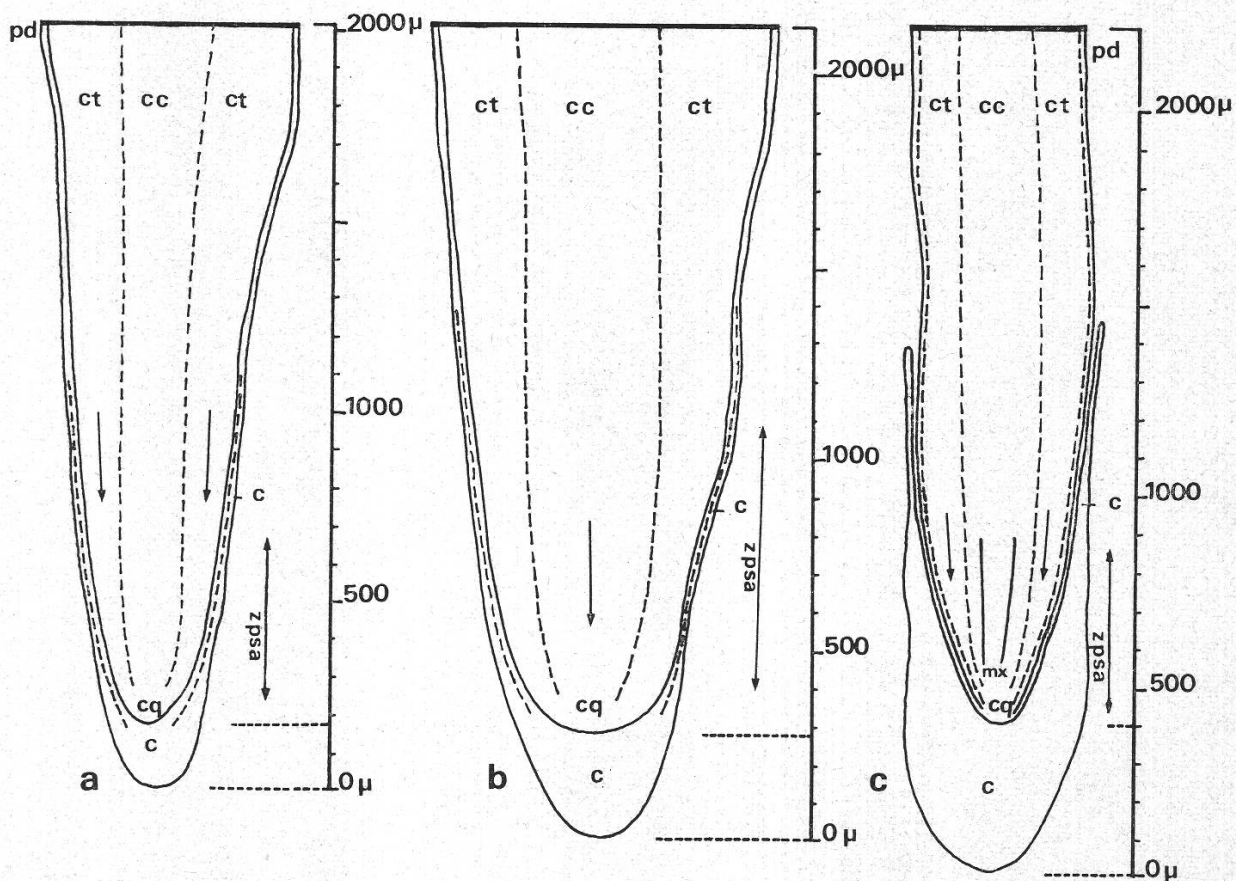
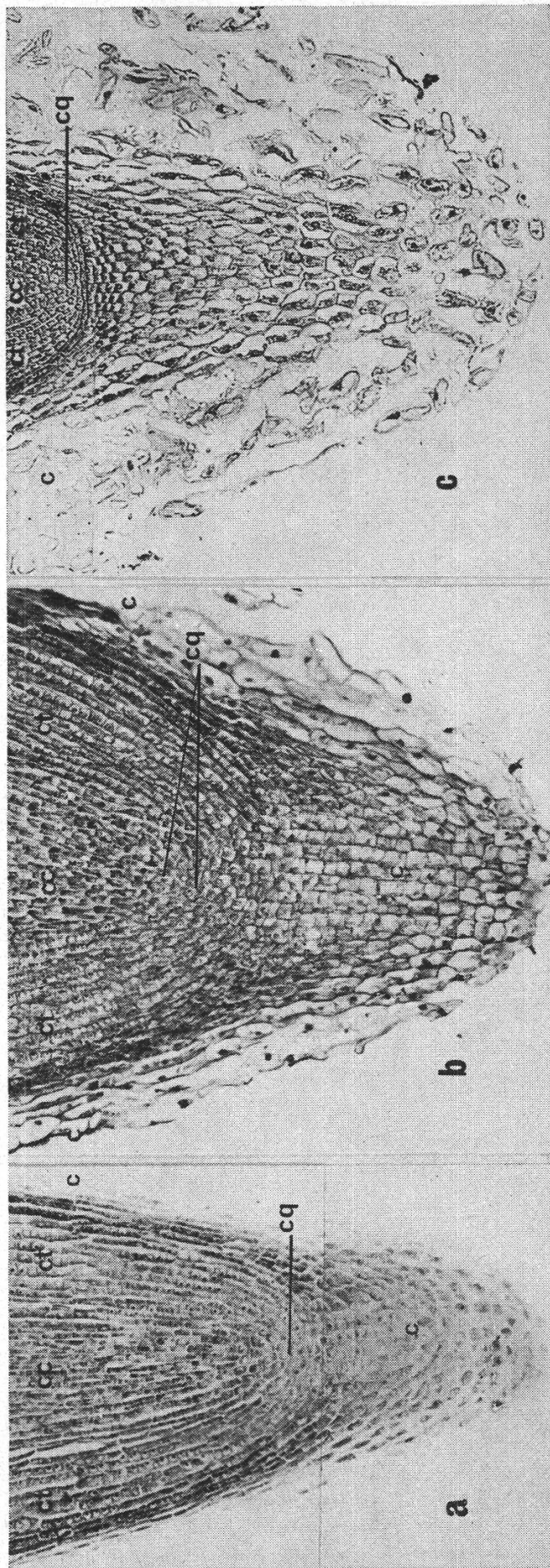


Figure 4

Localisation des différentes zones des racines de *Lens culinaris* (a), de *Pisum sativum* (b) et de *Zea Mays* (c) (voir figure 3)

cc: cylindre central - ct: cortex - pd: protoderme - cq: centre quiescent - c: coiffe - mx: métaxylème - zpsa: zone de prolifération subapicale





fois les initiales (v. Pilet et Lance-Nougarède, 1965), un petit groupe de quelques cellules (cq) un peu moins pyroninophiles que celles qui les entourent, c'est le centre quiescent défini par Clowes (1961).

Chez *Lens culinaris* (fig. 3, 4 et 5, a) la coiffe c est haute de 200  $\mu$  environ dans sa partie axiale; ces cellules centrales, faiblement colorées, s'opposent à des cellules latérales plus pyroninophiles. En bordure du centre quiescent, axialement, et surtout latéralement, les cellules des parties hautes de la coiffe montrent des cloisonnements périclines; par leur jeu, se constitue la zone d'entretien de la coiffe et de la future assise pilifère ou protoderme, territoires de même origine chez les Dicotylédones.

Le cortex et le cylindre central (fig. 3, 4 et 5 a, ct et cc) se reconnaissent aisément dès la pointe de la racine. En arrière du centre quiescent (fig. 3 et 4a, cq) sur 500 à 600  $\mu$  suivant les échantillons, se situent les cellules les plus pyroninophiles et les plus méristématiques de tout l'apex (fig. 3 et 4a, zpsa). A leur niveau, les divisions cellulaires sont très fréquentes et les nucléoles sont volumineux.

L'élongation cellulaire et la vacuolisation commencent dans le milieu du cortex (fig. 4a, flèches) mais elles ne progressent rapidement qu'à 1000  $\mu$  environ de la pointe radiculaire.

Entre 1000 et 2000  $\mu$ , la longueur moyenne en section d'une cellule corticale passe de 20 à 80  $\mu$  environ. Les parties externes de la stèle et les tissus internes du cortex demeurent longtemps pyroninophiles. La future assise pilifère (fig. 4a, pd) se vacuolise tardivement. Les divers tissus radiculaires n'évoluent donc pas tous à la même rapidité. De plus, à un même niveau radiculaire, des cellules d'un même tissu peuvent être plus ou moins avancées dans leurs processus d'élongation et de vacuolisation.

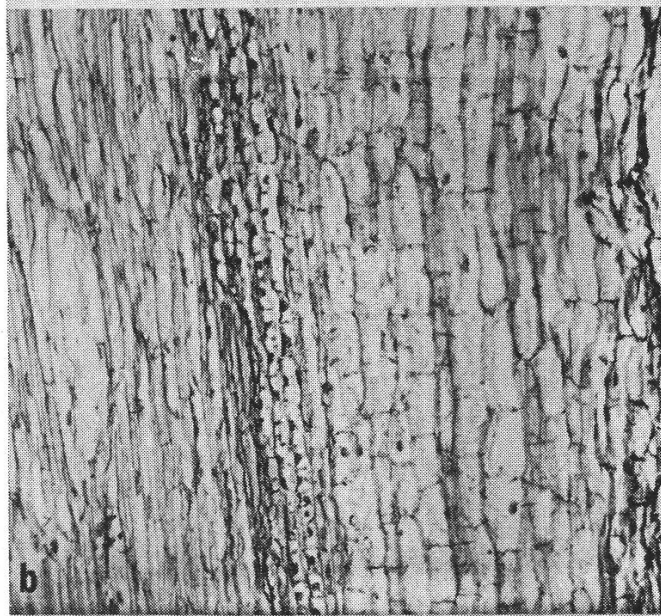
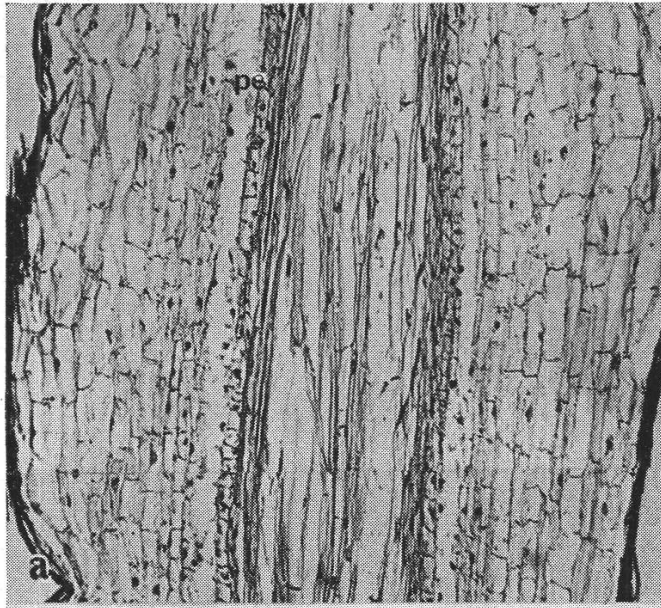
Entre 2000 et 2500  $\mu$  (fig. 6a), les cellules du cortex déjà très vacuolisées varient peu; leur longueur peut atteindre 90  $\mu$ . Dans le cylindre central, le système vasculaire est différencié sous le péricycle (fig. 6a, pe).

Chez *Pisum sativum* (fig. 3, 4 et 5, b) le centre quiescent, cq est petit; la coiffe c a 270 à 300  $\mu$  de hauteur dans sa zone axiale. La zone d'entretien de la coiffe et de l'assise pilifère se reconnaît à ses cellules pyroninophiles se divisant parallèlement à la surface de la racine. En arrière du centre quiescent, la zone méristématique ou zone de prolifération sub-apicale (fig. 3 et 4, b, zpsa) s'étend sur 800  $\mu$  environ, le long de l'axe

Figure 5

Sections longitudinales de sommets de racines de *Lens culinaris* (a), de *Pisum sativum* (b) et de *Zea Mays* (c) entre 0 et 500  $\mu$

ct: cortex - cc: cylindre central - c: coiffe - cq: centre quiescent



radiculaire. Mais la vacuolisation débute très précocement, juste en arrière du centre quiescent dans les tissus les plus internes de la stèle (fig. 4b, flèches); elle atteint ensuite le milieu du cortex et, plus tardivement, les zones internes du cortex et les parties externes de la stèle.

Entre 1000 et 2000  $\mu$ , la longueur moyenne d'une cellule du milieu du cortex passe de 11 à 70  $\mu$ , en section. L'élongation cellulaire et la vacuolisation progressent donc moins rapidement et moins précocement chez *Pisum sativum* que chez *Lens culinaris* pour des racines de même longueur. Entre 2000 et 2500  $\mu$  (fig. 6b) cependant, l'aspect des cellules du cortex et de la stèle est sensiblement identique à celui décrit pour *Lens culinaris*.

Chez *Zea Mays* (fig. 3, 4 et 5, c), la coiffe, c, de 400 à 420  $\mu$  de hauteur, est entièrement indépendante de la future assise pilifère (fig. 4c, pd); l'orientation des cloisons permet d'y reconnaître un ensemble de cellules axiales à croissance transversale très faible, qui s'opposent à des cellules périphériques s'élargissant rapidement et dont les parois subissent une très forte gélification. Des cloisonnements périclinales situés dans les cellules bordant le centre quiescent (fig. 3 et 4, c, cq), assurent l'entretien de la coiffe. Cette zone est connue sous le nom de calyptrogène. Comme dans les deux exemples précédents, le cylindre central et le cortex (fig. 3, 4 et 5c, cc et ct) sont identifiables dès l'origine. La future assise pilifère (fig. 3 et 4c, pd) ou protoderme n'est que l'assise la plus externe de l'écorce, ct.

La zone de prolifération subapicale (fig. 3 et 4, c, zpsa) s'étend sur 450 à 500  $\mu$  environ en arrière du centre quiescent (fig. 3 et 4, c, cq). Les cellules de la stèle sont les premières à se vacuoliser et, tout contre le centre quiescent, les éléments du futur métaxylème vacuolisé (fig. 3 et 4, c, mx) sont déjà reconnaissables bien que les pôles du protoxylème soient les premiers à achever leur différenciation.

Les cellules du milieu du cortex commencent à se vacuoliser à 900  $\mu$  de la pointe radiculaire (fig. 4, c, flèches) c'est-à-dire à 300  $\mu$  environ du centre quiescent. Les cellules externes de la stèle et les cellules internes du cortex demeurent longtemps pyroninophiles. Entre 900 et 2000  $\mu$ , la longueur moyenne d'une cellule du milieu du cortex passe de 14 à 30  $\mu$  en section. Entre 2000 et 2500  $\mu$  (fig. 6, c) les cellules du cortex conservent une longueur moyenne de 40  $\mu$  environ. L'élongation cellulaire, à partir du méristème, est donc un peu plus précoce que chez *Pisum sativum*, mais

Figure 6

Sections longitudinales (différenciation corticale et médullaire) des racines de *Lens culinaris* (a), de *Pisum sativum* (b) et de *Zea Mays* (c) entre 2000 et 2500  $\mu$   
pe: péricycle

elle progresse ensuite très lentement dès le premier millimètre à partir de la pointe radiculaire.

Ainsi, la zone située entre 0 et 500  $\mu$  comprend en moyenne :

chez *Lens* 200  $\mu$  de coiffe et 300  $\mu$  de méristème  
 chez *Pisum* 300  $\mu$  de coiffe et 200  $\mu$  de méristème  
 chez *Zea* 400  $\mu$  de coiffe et 100  $\mu$  de méristème (appartenant exclusivement à la région du «centre quiescent»)

La zone de prolifération subapicale située en arrière du centre quiescent s'étend sur 500  $\mu$  chez *Lens*, sur 800  $\mu$  chez *Pisum* et sur 450 à 500 chez *Zea*.

La région située entre 2000 et 2500  $\mu$  est constituée de cellules plus vacuolisées chez *Lens* et *Pisum* que chez *Zea*.

#### *Etude du catabolisme auxinique*

L'activité auxines-oxydasique des tissus radiculaires a été analysée pour deux régions distinctes :

1° de 0 à 500  $\mu$                       2° de 2000 à 2500  $\mu$

L'activité de ces enzymes sera donnée pour :

- a) 100 mg de poids frais
- b) 10 mg de poids sec
- c) 1 mg d'azote total
- d) 1 mg d'azote protéinique

Tableau 1

Activité<sup>1</sup> auxines-oxydasique (exprimée en  $\mu$ g d'AIA détruit pour une incubation de 60 min) d'extraits bruts préparés à partir de fragments apicaux de racines (sections de 0 à 500  $\mu$ ) de 18 mm  $\pm$  0,5 de longueur

Activité enzymatique pour	Racines		
	<i>Lens</i>	<i>Pisum</i>	<i>Zea</i>
100 mg de poids frais	75	78	119
10 mg de poids sec	11	44	84
1 mg d'azote total	73	70	142
1 mg d'azote protéinique	90	102	158

<sup>1</sup> Seules les valeurs moyennes ont été rapportées.

### Sections de 0 à 500 $\mu$

Ainsi qu'on peut le voir dans le tableau 1, l'activité auxines-oxydasique est plus élevée dans les racines de *Zea* que dans celles de *Pisum* et de *Lens*. Les chiffres obtenus pour des extraits de *Lens* sont toujours plus faibles – encore qu'il n'y ait pas de différences significatives entre ces valeurs et celles que fournissent les dosages d'extraits de *Pisum*.

Les variations du catabolisme auxinique peuvent être discutées en rapport avec les données histologiques – qui viennent d'être présentées. On peut remarquer que ces sections de 500  $\mu$  contiennent – suivant le type de racines – une coiffe plus ou moins volumineuse. Dans le cas des racines de *Lens*, où l'activité auxines-oxydasique est relativement basse, l'importance de la coiffe est faible. Chez les racines de *Zea*, au contraire, le catabolisme auxinique est élevé et, parallèlement, la coiffe occupe presque complètement le sommet envisagé.

Tableau 2

Activité<sup>1</sup> auxines-oxydasique (exprimée en  $\mu\text{g}$  d'AIA détruit pour une incubation de 60 min) d'extraits bruts préparés à partir de fragments de racines (sections de 2000 à 2500  $\mu$ ) de 18 mm  $\pm$  0,5 de longueur

Activité enzymatique pour	Racines		
	<i>Lens</i>	<i>Pisum</i>	<i>Zea</i>
100 mg de poids frais	24	20	18
10 mg de poids sec	19	17	17
1 mg d'azote total	27	32	20
1 mg d'azote protéinique	74	70	56

<sup>1</sup> Seules les valeurs moyennes ont été rapportées.

### Sections de 2000 à 2500 $\mu$

Les résultats présentés dans le tableau 2 ne sont pas significativement différents pour les extraits de racines de *Lens* et de *Pisum*. L'activité auxines-oxydasique observée dans les fragments de ces racines est plus élevée que celle qui a été mesurée dans les sections de *Zea*.

L'analyse histologique a également mis en évidence la similitude – pour ces zones – entre les racines de *Lens* et de *Pisum*, alors que les racines de *Zea* présentent certaines différences.

### Dosage des AIA-like substances

Pour les sections précédentes, des extraits ont été préparés afin de déterminer leur taux en auxines (dont la concentration sera donnée en termes de  $\mu\text{g}$  d'AIA pour 5 g de poids frais). Ainsi que le montrent les chiffres réunis dans le tableau 3 :

- 1° le taux en auxines est plus faible – pour chaque type de racines – pour la zone I (0 à 500  $\mu$ ) que pour la zone II (2000 à 2500  $\mu$ );
- 2° le rapport entre les concentrations d'auxines trouvées pour ces deux régions reste pratiquement le même pour les racines de *Lens* et de *Pisum*, alors qu'il est nettement plus élevé pour les racines de *Zea*.

Tableau 3

Contenu auxinique<sup>1</sup> (exprimé en  $\mu\text{g}$  d'équivalent d'AIA-like substances pour 5 g de poids frais)

Fraction acide (extrait éthylacétique)

Chromatographie sur couche mince:

solvant/isopropanol (8) – ammoniacque 28 % (1) – eau (1)

Analyse biologique: test R (sommets radiculaires) de *Lens*

Fragments utilisés	Racines		
	<i>Lens</i>	<i>Pisum</i>	<i>Zea</i>
Section I (0 à 500 $\mu$ )	64	74	49
Section II (2000 à 2500 $\mu$ )	507	562	591
Valeurs comparatives: Valeurs II/valeurs I	7,9	7,5	13,4

<sup>1</sup> Seules les valeurs moyennes ont été rapportées.

### Discussion

Les résultats précédents permettent d'établir certaines relations entre la structure histologique et l'activité auxines-oxydasique des diverses régions des trois racines examinées.

Dans la première région (0 à 500  $\mu$ ), l'activité auxines-oxydasique est d'autant plus élevée que la coiffe est plus étendue. Ainsi les racines de *Zea* peuvent-elles être caractérisées par des auxines-oxydases très actives et par une coiffe volumineuse. Alors que les racines de *Lens* et de *Pisum* ont une coiffe moins importante et leur extrait est beaucoup moins actif.

Dans la seconde zone (2000 à 2500  $\mu$ ) la vacuolisation des cellules dans les racines de *Lens* et de *Pisum* correspond à une forte activité auxines-oxydasique. Cette vacuolisation et l'activité de ces enzymes sont plus faibles pour les cellules des racines de *Zea*.

Les précédentes observations confirment indirectement celles qui ont permis d'établir un rapport entre le vieillissement des cellules végétales et leur catabolisme auxinique. Ainsi qu'il a été discuté ailleurs (Galston et Dalberg, 1954; Ray, 1958; Pilet, 1961; Hare, 1964) la capacité des cellules à détruire l'AIA augmente avec l'âge de ces cellules. Pour les racines de *Lens*, par exemple, il a été démontré que la destruction *in vivo* de l'AIA était plus forte dans les cellules âgées (provenant de la coiffe) que dans les cellules jeunes (appartenant au méristème) (Pilet et Galston, 1955; Pilet, 1961).

Dans une précédente publication consacrée aux racines de *Lens* (Pilet, 1961), il a été relevé que l'activité auxines-oxydasique déterminait la teneur en auxines (AIA-like substances) de ces racines. En d'autres termes, l'état auxinique endogène (Pilet, 1962) est directement placé sous le contrôle du catabolisme auxinique: une forte teneur en AIA-like substances correspond à une faible activité auxines-oxydasique et vice versa.

Les résultats exposés dans le présent travail confirment – en les généralisant – ceux qui ont été précédemment discutés. Pour la région apicale et que ce soit pour les racines de *Lens*, de *Pisum* et de *Zea*, l'étendue de la coiffe – c'est-à-dire le nombre relatif de cellules âgées – conditionne l'activité auxines-oxydasique (v. tableau 1). L'étude des gradients montre clairement ce type de relation. A titre d'exemple, on peut reporter – pour des racines de *Lens* de 18 mm – l'activité auxines-oxydasique le long de l'axe racinaire (fig. 7). On peut noter que l'activité auxines-oxydasique est faible dans la région du méristème et augmente soit en direction de la coiffe, soit vers les zones d'élongation. Des résultats très semblables ont été obtenus pour les racines de *Pisum* et de *Zea*.

L'analyse de la distribution des auxines endogènes – pour les mêmes racines – fait apparaître également (fig. 7) un gradient caractéristique. Dans la zone méristématique, le taux en AIA-like substances est élevé; il diminue soit en direction de la coiffe, soit vers la zone d'élongation. Ainsi, et confirmant de précédentes observations (Pilet et Galston, 1955; Pilet, 1961), on peut affirmer que les tissus où l'activité auxines-oxydasique est élevée sont pauvres en auxines et que ceux qui contiennent des auxines-oxydases peu actives possèdent une teneur en AIA-like substances élevées (Pilet, 1964a).

D'autre part, la vitesse de croissance de ces racines change avec leur âge, ou, en d'autres termes, avec leur longueur. Nous avons rapporté ici

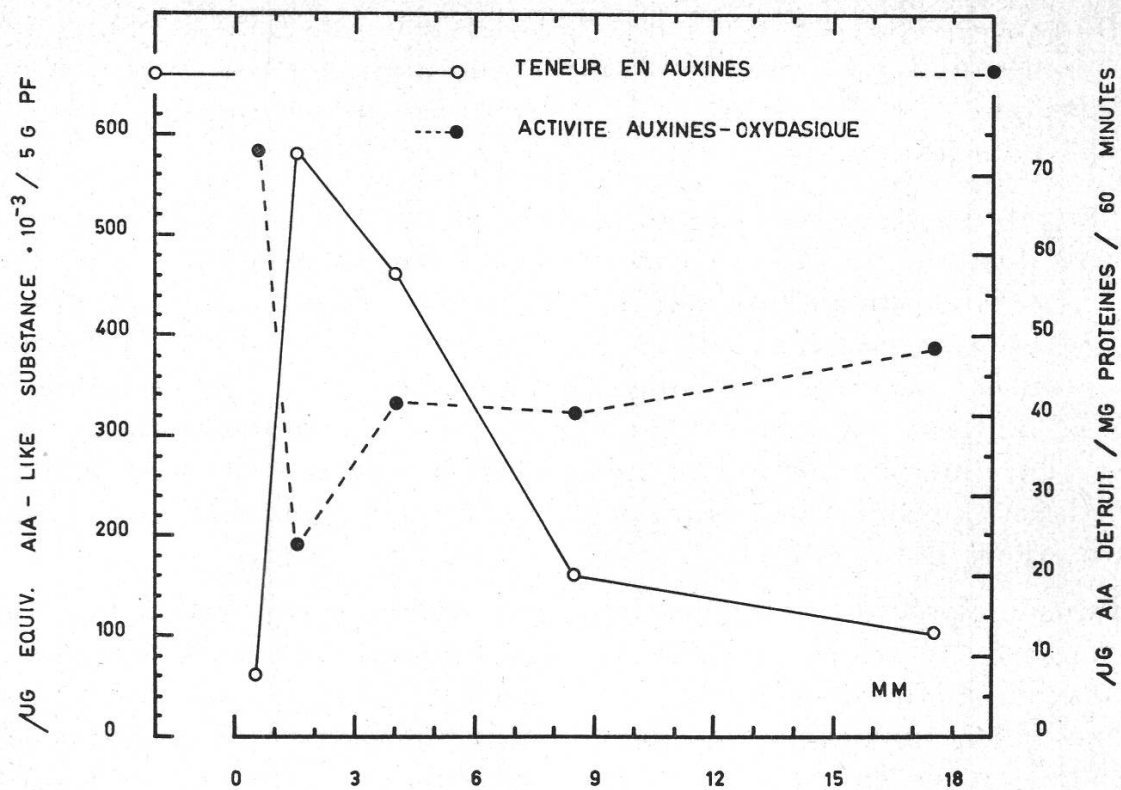


Figure 7

Variations du catabolisme auxinique et de l'état auxinique endogène le long de l'axe de racines de *Lens* de 18 mm. Activité auxines-oxydasique: en  $\mu\text{g}$  d'AIA détruit par mg d'azote total pour une incubation enzymatique de 60 min. AIA-like substances: en  $\mu\text{g}$  d'équivalent d'AIA pour 5 g de poids frais

des observations qui montraient que, si la valeur absolue des vitesses d'allongement n'était pas la même pour *Lens*, *Pisum* et *Zea*, cette vitesse était optimale pour ces trois types de racines lorsqu'elles mesuraient approximativement 18 mm et ceci pour les conditions de culture indiquées.

Chacun des stades de la croissance des racines – défini très précisément par leur vitesse d'élongation (Burström, 1953) – est directement contrôlé par l'état auxinique endogène (Pilet, 1962). Sans doute, et nous avons discuté cette observation dans ce travail, la teneur en AIA-like substances est conditionnée par l'activité des systèmes auxines-oxydasiques (Pilet, 1960, 1961). D'autres processus sont cependant responsables, dans la même mesure, de la régulation du taux en auxines endogènes et nous mentionnerons, par exemple, l'anabolisme auxinique dont les variations ont également été précisées pour les racines de *Lens* (Pilet, 1964c). Notons encore que la croissance des racines est dépendante de facteurs divers parmi lesquels il convient de citer les inhibiteurs endogènes dont un certain nombre ont été mis en évidence dans les racines de *Lens* (Pilet, 1963). Disons enfin que les gradients auxiniques observés doivent



bien correspondre à la réelle distribution des auxines endogènes; le transport *in vivo* de l'AIA étant très faible dans les racines (Yeomans et Audus, 1964; Pilet, 1964b) il est peu probable par conséquent que la translocation des auxines au-travers des cellules radiculaires modifie les gradients observés.

En conclusion, il est possible d'établir entre certaines données physiologiques et biochimiques (auxines et auxines-oxydases) relatives à la croissance des racines des relations précises avec leur structure histologique. Rappelons que des rapports du même ordre – et sur un matériel identique – ont pu être précisés entre ces mêmes critères biologiques et l'infrastructure des tissus radiculaires (Pilet et Lance-Nougarède, 1965).

### Zusammenfassung

In einer 500  $\mu$  langen Apikalzone der Wurzelspitzen von *Lens culinaris*, *Pisum sativum* und *Zea Mays* lassen sich histologische Eigenschaften mit der Aktivität der Indolylessigsäure-Oxydase in Beziehung bringen. Die Aktivität dieses Enzyms bestimmt die Konzentration der endogenen Indolylessigsäure-artigen Substanzen. Die Abbaurate der Indolylessigsäure ist in der Wurzelhaube grösser (und der Auxingehalt dementsprechend geringer) als in den meristematischen Zellen.

### Summary

In the apical 500  $\mu$  of root tips of *Lens culinaris*, *Pisum sativum* and *Zea Mays*, histological characters can be related to IAA-oxidase activity. In these roots, IAA-oxidase activity determines the concentration of the endogenous IAA-like substances. The rate of the IAA destruction is greater in the root – cap than in the meristematic cells. Correspondingly, the auxin level is higher in meristem than in root cap.

## Bibliographie

- Aberg B. 1957. Auxin relations in roots. *Ann. Rev. Plant Physiol.* **8**, 153.
- Burström H. 1953. Physiology of root growth. *Ann. Rev. Plant Physiol.* **4**, 237.
- Clowes F. Al. 1961. Apical meristems. Blackwell's Sci. Publ. Oxford.
- Collet G., J. Dubouchet et P.-E. Pilet. 1964. Etude, par chromatographie sur couche mince, de quelques composés indoliques. Méthodes et premiers résultats. *Physiol. vég.* **2**, 157.
- Galston A. W. et L. Y. Dalberg. 1954. The adaptative formation and physiological significance of indoleacetic acid oxidase. *Amer. J. Bot.* **41**, 373.
- Hare R. C. 1964. Indoleacetic acid oxidase. *Bot. Rev.* **30**, 129.
- Lison L. 1960. Histochimie et cytochimie animales. Vol. 1-11. Gauthier-Villars, Paris.
- Nougarède A., R. Bronchart, G. Bernier et P. Rondet. 1964. Comportement du méristème apical du *Perilla nankinensis* (Lour.) en relation avec les conditions photopériodiques. *Rév. gén. Bot.* **71**, 205.
- Pilet P.-E. 1957. Dosage photolorimétrique de l'acide  $\beta$ -indolylacétique: application à l'étude des auxines-oxydases. *Rev. gén. Bot.* **64**, 106.
- 1960. *In vitro* destruction of auxin labelled with  $^{14}$ C. *Physiol. Plant* **13**, 766.
- 1961. Auxins and the process of aging in root cells. *Plant growth regulation*. Fourth intern. conf. Iowa State Univ. Press. Ames. 167.
- 1962. L'état auxinique racinaire. *Ann. Biol.* **1**, 540.
- 1963. Auxines et inhibiteurs racinaires endogènes. *Physiol. vég.* **1**, 171.
- 1964a. Effect of chlorogenic acid on the auxin catabolism and the auxin content of root tissues. *Phytochem.* **2**, 617.
- 1964b. Auxin transport in roots: *Lens culinaris*. *Nature* **204**, 561.
- 1964c. Tryptophan treatment and endogenous auxin in the root. *Col. intern. (CNRS); régulateurs naturels de la croissance végétale*. Gif s. Yvette 543.
- et G. Collet. 1962. Méthode d'analyse du catabolisme auxinique. Ch. Zwahlen, Lausanne. 20 pages.
- et A. W. Galston. 1955. Auxin destruction, peroxidase activity and peroxide genesis in the roots of *Lens*. *Physiol. Plant.* **8**, 888.
- M. Kobr et P. A. Siegenthaler. 1960. Proposition d'un test «Racine» pour le dosage auxinique. *Rev. gén. Bot.* **67**, 575.
- et A. Lance-Nougarède. 1965. Quelques caractéristiques structurales et physiologiques du méristème racinaire du *Lens culinaris* L. *Bull. soc. franç. Physiol. vég.* **11**, 187.
- et F. W. Went. 1956. Control of growth of *Lens culinaris* by temperature and light. *Amer. J. Bot.* **43**, 190.
- Ray P. M. 1958. Destruction of auxin. *Ann. Rev. Plant. Physiol.* **9**, 81.
- Thurmann D. A. et H. E. Street. 1960. The auxin activity extractable from excised tomato roots by cold 80% methanol. *J. Exp. Bot.* **11**, 188.
- Torrey J. G. 1956. Physiology of root elongation. *Ann. Rev. Plant. Physiol.* **7**, 237.
- Yeomans L. M. et L. J. Audus. 1964. Auxin transport in roots: *Vicia faba*. *Nature* **204**, 559.