Zeitschrift: Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles
Herausgeber: Société Vaudoise des Sciences Naturelles
Band: 67 (1958-1961)
Heft: 305

Artikel: Contenu auxinique des racines du Lens
Autor: Pilet, Paul-Emile
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-275120

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: 17.08.2025

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

Contenu auxinique des racines du *Lens*

PAR

PAUL-EMILE PILET

Laboratoire de Physiologie végétale (Université de Lausanne) [1]

Le problème.

Dans de précédentes publications (PILET, 1950, 1951 a et b), nous avons décrit une technique d'extraction des composés auxiniques radiculaires (*Lens culinaris*), basée sur l'emploi de *chloroforme*. Dès l'instant où la méthode de séparation par chromatographie a été suffisamment au point (PILET, 1961 a, p. 112 à 148), nous avons entrepris des essais sur le même matériel, pour mettre en évidence les diverses catégories d'auxines radiculaires en utilisant, comme solvant d'extraction, de l'*éther* purifié et redistillé (PILET, 1958 a et b). Récemment, THURMAN et STREET (1960), ont isolé les auxines des racines du *Solanum lycopersicum* et LAHIRI et AUDUS (1960) celles des racines du *Vicia faba*, en utilisant de l'*alcool*.

En employant la méthode d'analyse biochromatographique que nous avons mise au point (PILET, 1958 b) et en reprenant les techniques d'extraction par l'éther d'une part et par le méthanol d'autre part, nous voulons comparer les résultats obtenus par ces deux techniques.

Quelques travaux.

La mise en évidence des auxines radiculaires, par des techniques chromatographiques, a fait l'objet de nombreuses publications (v. BENTLEY, 1958 et AUDUS, 1950) qui ont porté sur le matériel suivant :

Triticum (LEXANDER, 1953).
Pisum (CARTWRIGHT et coll., 1955; AUDUS et GUNNING, 1958; AUDUS et TRESH, 1953, 1955; LAHIRI et AUDUS, 1960).
Zea (BENTLEY et coll., 1955).
Solanum (THURMAN et STREET, 1960).
Lens (PILET, 1958 a et b).
Diverses racines (BENNET-CLARK et coll., 1952 et 1953).

[1] Ce travail a pu être entrepris grâce à un subside du Fonds national suisse de la recherche scientifique et avec la collaboration de Mme CL. GRANDCHAMP.

Dans la plupart des cas, les résultats ont été obtenus grâce à des dosages biologiques et certains d'entre eux ont porté sur l'emploi de tests radiculaires inspirés des recherches de JERCHEL et MÜLLER (1951) qui proposèrent d'utiliser des racines de *Lepidium*, de LEXANDER (1953) qui employa des racines de *Triticum*, de KEFFORD (1953) qui utilisa des racines de *Pisum* et de PILET (1958 b) qui se servit de racines de *Lens*.

Matériel biologique.

Nos essais ont donc porté sur l'emploi de racines du *Lens culinaris*, dont les conditions de croissance ont été précédemment étudiées systématiquement (PILET et WENT, 1956). Les caractéristiques de culture seront données plus bas (v. test biologique). Nous utiliserons toujours, dans ces expériences, des racines (séparées de la plantule) dont la longueur est de 18 mm $\pm$ 0,5.

Technique.

A) LYOPHILISATION.

Tout le matériel utilisé dans ces essais a été préalablement lyophilisé; nous avons pu ainsi extraire parallèlement et sur une grande quantité de racines, les composés actifs.

Schématiquement [2], rappelons qu'il s'agit d'une dessiccation sous vide et à basse température. A cet effet, on congèle rapidement (— 50° C) les tissus, puis le matériel est placé dans une enceinte où règne un vide poussé (1.10^{-1} Torr.). La vapeur d'eau enlevée des organes traités est « piégée » par un condensateur (— 70° C) au fréon 22.

B) EXTRACTION.

1° *par l'éther.*

Notre méthode (PILET, 1958 b) est très voisine de celle qui a été proposée par HEMBERG (1954) et LARSEN (1955 a); elle consiste dans l'obtention de la *fraction acide des auxines libres*. Nous en résumerons sommairement l'essentiel :

a) les fragments de tissus (100 g environ) sont broyés dans des mortiers (— 25 °C) en présence de SiO_2 avec quelques gouttes d'éther redistillé et dépourvu de peroxyde (procédé de GARBARINI, 1909) ;

b) le mélange est recueilli quantitativement dans des erlenmeyers où l'on verse environ 150 ml d'éther (identique au précédent); le tout est placé à l'obscurité (+ 1° C) pendant 12 h ;

[2] Nous utilisons l'Instrument Lyovar C_1 fabriqué par la maison Secfroid (Vaduz) et une jauge Pyrani PY de la maison Zivy pour le contrôle des pressions. C'est avec notre collaborateur G. COLLET que nous avons mis au point cette technique.

c) on centrifuge (4000 g; 10 mn) et le résidu est lavé trois fois à l'éther. On complète à 300 ml dans un ballon jaugé et l'extrait est conservé à l'obscurité (+ 1° C) ;

d) on concentre par distillation 60 ml de cette fraction éthérée jusqu'à l'obtention de 5 ml d'extrait qu'on traite par $NaHCO_3$ 0,5 M (pH : 8,6) ;

e) la phase aqueuse est acidifiée par HCl; à cet effet, on titre avec soin par HCl 0,5 *n* en utilisant, comme le suggère TERPSTRA (1953), une solution aqueuse de méthyl-orange à 0,02 % jusqu'à un pH de 3,5 ;

f) on épuise cette phase aqueuse par l'éther, afin de récupérer la fraction acide et on s'arrange pour obtenir 15 ml de solution finale.

2° *par le méthanol* (et acétate d'éthyle).

Cette technique est proche de celle que proposèrent THURMAN et STREET (1960). Nous en donnerons le principe :

a) les fragments de racines sont placés dans une solution de méthanol [3] à — 15° C ;

b) après broyage rapide, la mixture est conservée à cette température et à l'obscurité pendant 24 h ;

c) après séparation par centrifugation (4000 g; 10 mn), le méthanol est recueilli et concentré sous vide pour obtenir un résidu aqueux dont le pH est ajusté à 3,0 à l'aide d'H_2SO_4 0,5 *n* ;

d) l'extrait est alors traité par de l'acétate d'éthyle (4 fois son volume) ;

e) à l'aide d'hydroxyde de baryum, l'extrait aqueux est alors ajusté à un pH de 5,0.

3° *par l'éthanol* (et acétonitrile).

Cette méthode a été proposée par NITSCH (1955 a et b; et NITSCH et coll., 1960) et reprise par LAHIRI et AUDUS (1960). Nous l'avons légèrement modifiée; en voici l'essentiel :

a) les tissus sont traités par l'éthanol à + 2° C ;

b) après une incubation de 24 h à l'obscurité, les fragments sont broyés ;

c) on récolte l'éthanol par centrifugation (4000 g; 10 mn) et l'extrait est concentré par évaporation ;

d) on ajoute alors à la solution qui reste une quantité égale d'acétonitrile anhydre et d'hexane.

C) ANALYSE CHROMATOGRAPHIQUE.

Cette technique a été exposée et discutée ailleurs (PILET, 1958 b; nous en donnerons un résumé :

a) nous pratiquons la chromatographie descendante sur papier Whatman n° 1 (46,5/56,5), en utilisant le chromatobox de Pleuger

[3] Nous utilisons à cet effet l'alcool méthylique *puriss.* sans acétone (Kp. 64,5°) fabriqué par Fluka (A. 41'967).

(armoire thermostat); les papiers sont préalablement pliés en divers endroits pour faciliter leur fixation et l'extrait est appliqué dans des zones définies par un cercle dessiné au crayon ;

b) à l'aide d'une seringue, l'extrait (ou la solution contenant les substances pures) est déposé sur le papier, au centre du cercle; on aura pris soin de placer le papier sur un erlenmeyer où l'on fait le vide et l'extrait est ainsi immédiatement séché par un tube diffusant de l'air comprimé, selon le procédé décrit par NITSCH et NITSCH (1955); le papier est ensuite séché (température de l'étuve 55° C ± 5), puis on le place dans le chromatobox Pleuger comme il l'est dit plus haut; il y restera en moyenne 12 h pour l'*équilibration*; à cet effet, des récipients contenant le solvant sont déposés dans le chromatobox de façon à créer une atmosphère saturée (obscurité totale) ;

c) divers solvants ont été proposés pour l'analyse chromatographique des substances de croissance (LINSER, 1951; LARSEN, 1955 b), mais notre choix s'est arrêté, après plusieurs essais préliminaires, sur le mélange préconisé par STOWE et THIMANN (1953) et SEN et LEOPOLD (1954) :

80 % isopropanol — 10 % ammoniaque (28 %) — 10 % eau bidistillée et déionisée.

Au moment où débute la chromatographie, le solvant est déposé dans l'auge et il faut attendre en moyenne 18 h ± 1, pour que la valeur de H (distance entre le spot et le front du solvant) corresponde à 45 cm environ.

D) DOSAGE BIOCHROMATOGRAPHIQUE.

Cette technique a été exposée ailleurs (PILET, 1958 b), nous en donnerons une brève analyse :

a) après séparation chromatographique, les papiers sont découpés en bandes étroites, correspondant chacune à une fraction de Rf donné (la longueur de ces bandes correspondra à la distance entre le spot initial et le front du solvant) ;

b) on procède alors à l'élution de chaque série de ces bandes en utilisant comme solvant le milieu nutritif qu'on emploiera pour la culture du test biologique (v. plus loin) ;

c) parallèlement, on fera une série d'essais avec une quantité connue d'ABIA qu'on chromatographiera; cette expérience préliminaire nous permettra d'évaluer les pertes rencontrées au cours de la séparation et d'établir un facteur de correction *(coefficient de régression)*.

E) TEST BIOLOGIQUE.

Comme on l'a souligné à plusieurs reprises (PILET, 1958 b; PILET et MIMAULT, 1959), il est absolument nécessaire lorsqu'on veut doser les auxines d'un organe d'employer, comme test, un organe très voisin de celui dont on a extrait ces hormones. Nous avons cherché à mettre au point une méthode basée sur l'utilisation des racines du *Lens* (PILET, KOBR et SIEGENTHALER, 1960) :

a) après une imbibition de 4 h (eau déionisée), les graines sont déposées dans des boîtes de Petri sur papier filtre et en présence d'eau déionisée, après 44 h (obscurité, 25° C), on choisira les plantules dont les racines mesurent 6 mm ± 1 et on les isolera dans d'autres boîtes de Petri ;

b) une nouvelle sélection donnera des racines de 30 mm ± 5 dont on préparera, à l'aide d'une guillotine spéciale (PILET, 1959), les fragments apicaux de 3,3 mm environ (leur longueur est mesurée à l'aide d'une loupe munie d'un micromètre oculaire) ;

c) on dépose dans de petites boîtes de Petri (diam. : 9 cm) 10 ml de milieu nutritif (v. *d*) et un support de verre sur lequel on aura placé un papier-filtre ;

d) comme solution nutritive, on utilise le mélange suivant :
solution-tampon Na_2HPO_4 / KH_2PO_4 1/5 M (pH 4,8)
saccharose 1 % (ce sucre est dissous dans la solution précédente) ;

e) on place alors 10 fragments de racines par boîte et le tout est mis à l'étuve (obscurité, 25° C).

f) Dans ces essais, après 12 h, on mesure la longueur des fragments ; on aura donc deux séries de valeurs :

témoin : L_0 et L_{12} et par suite $\Delta L_{TE} = L_{12} - L_0$
traité : L_0 et L_{12} et par suite $\Delta L_{TR} = L_{12} - L_0$

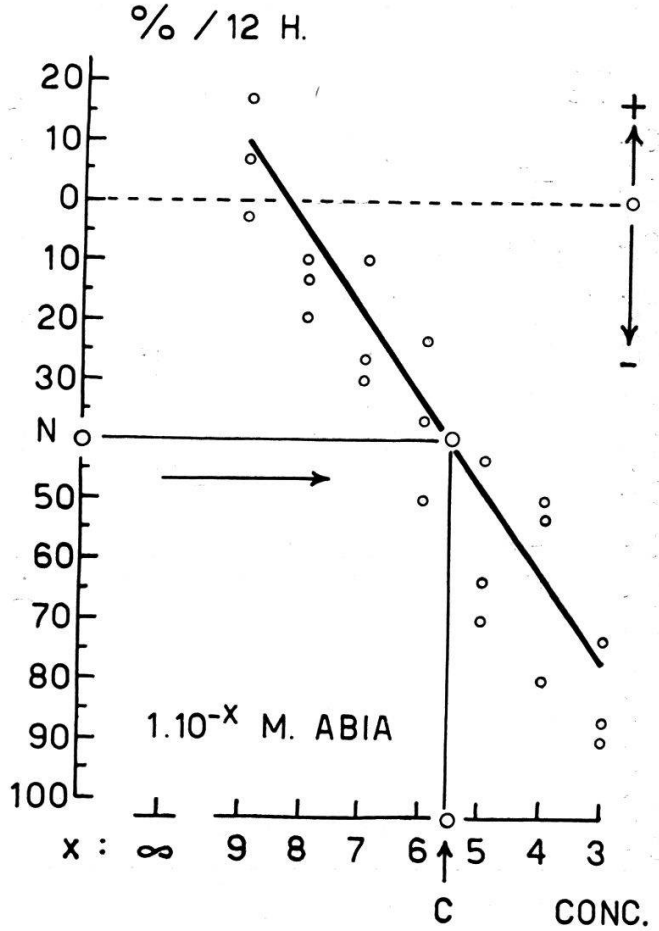

FIG. 1. — Courbe étalon.
% d'action sur l'allongement de fragments radiculaires en fonction de la teneur en acide β-indolyl-acétique (Conc. ABIA) du milieu de culture. N : valeur trouvée expérimentalement — C : valeur obtenue à l'aide de la courbe.

On exprime alors les variations d'allongement du lot traité en fonction de celles du lot témoin en utilisant la formule suivante :

$$p = \left(\frac{\Delta L_{TR} - \Delta L_{TE}}{\Delta L_{TE}}\right) . 100 \quad = \quad \left(\frac{\Delta L_{TR}}{\Delta L_{TE}} - 1\right) . 100 \ \%$$

g) on établit la *courbe étalon,* en réalisant quelques essais avec des concentrations connues d'ABIA, généralement comprises entre 1.10^{-9} et 1.10^{-3} M. Imaginons que l'on trouve un % donné, pour un Rf de l'ordre de celui de l'ABIA (biochromatographie), il est facile, à l'aide de la courbe précédente, de déterminer à quelle concentration (*c*) d'ABIA, cette valeur (N) correspond (fig. 1).

F) Révélation des taches.

Dans un certain nombre d'expériences témoins, nous avons, pour mettre en évidence les composés de nature indolique, utilisé le réactif qui a été mis au point (Pilet, 1957 b) pour l'analyse de l'activité auxines-oxydasique. En voici la composition chimique :

3 ml $FeCl_3 . 6 H_2O$ 1,5 M
60 ml H_2SO_4 (1,84 ; 96 — 100 %)
100 ml H_2O bidistillée et déionisée.

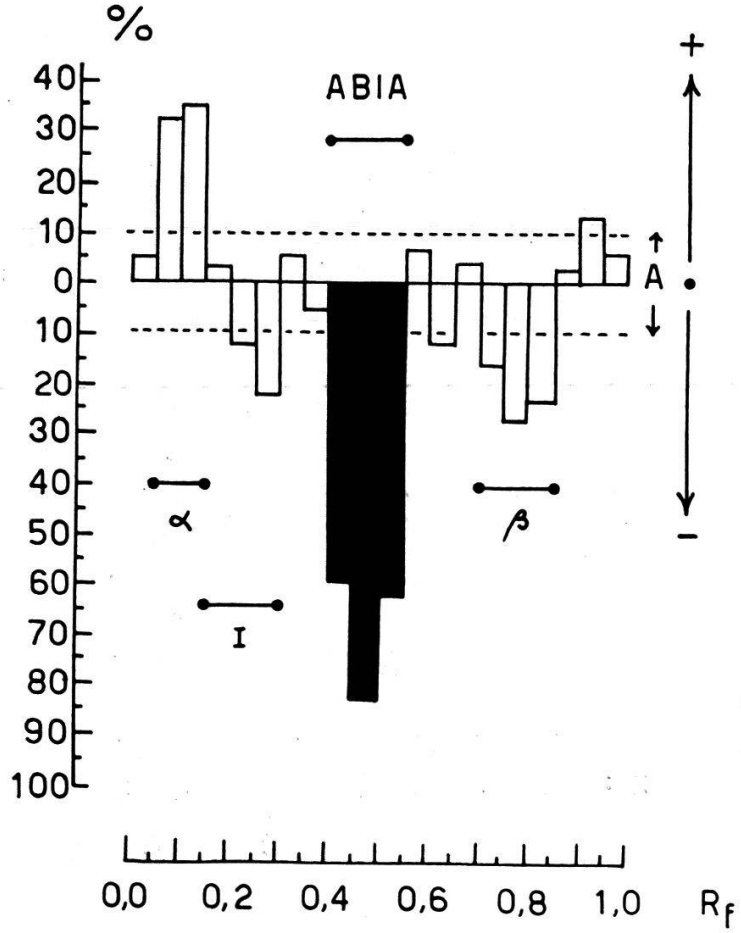

Fig. 2. — Histogramme.
Composés actifs radiculaires. Solvant d'extraction : *éther.*

Résultats.

Pour chaque série d'essais, nous avons évidemment employé une quantité variable de matériel (entre 6 et 10 g de poids frais), mais pour la commodité de la discussion nous ramènerons tous nos résultats à 5 g de poids frais.

A) Extraction a l'éther.

L'histogramme de valeurs moyennes (cinq essais plus une série de douze expériences dont les résultats ont déjà été publiés : Pilet, 1958 b) est donné dans la fig. 2; on en peut tirer les remarques suivantes :

1. Quatre composés éthéro-solubles ont pu être mis en évidence qui sont plus ou moins actifs sur la croissance ;
2. l'ABIA, révélé par notre réactif, s'est toujours trouvé compris dans une zone de Rf égale à 0,40-0,55; on l'a obtenu en quantités relativement fortes (inhibition très appréciable) ;
3. deux inhibiteurs (que provisoirement nous appellerons β et I) ont été isolés; l'inhibiteur β (Rf : 0,70 - 0,85) est sensiblement plus actif que l'inhibiteur I (Rf : 0,15 - 0,30) ;

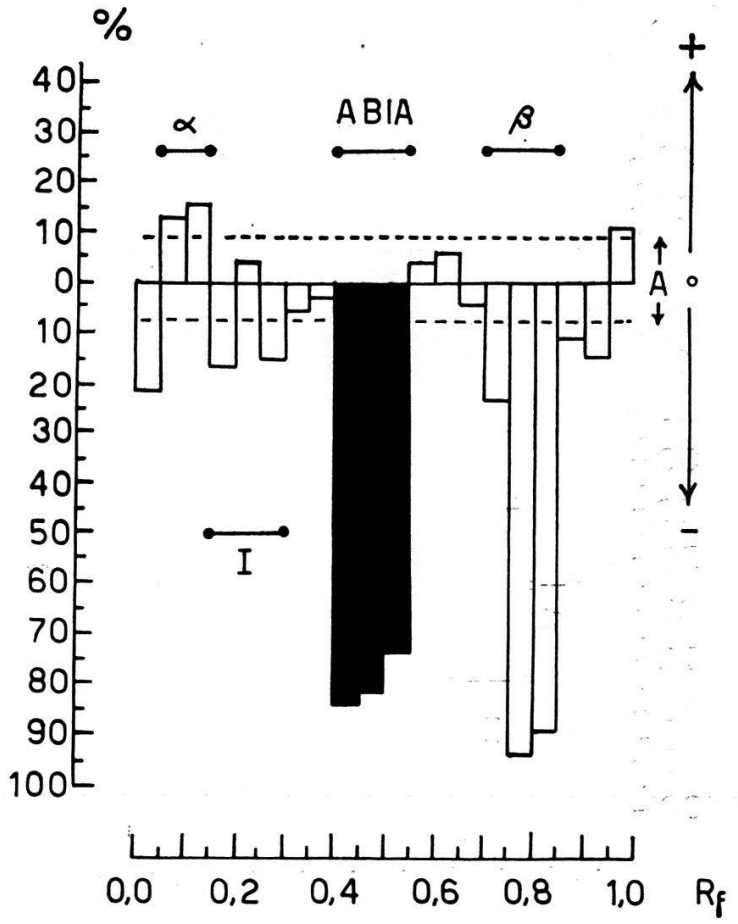

Fig. 3 — Histogramme.
Composés actifs radiculaires. Solvant d'extraction : *méthanol.*

4. un accélérateur (nous le désignerons par α) dont le Rf est compris entre 0,05 à 0,15, et qui stimule la croissance des racines.

B) Extraction au méthanol.

L'histogramme (fig. 3) a été établi à partir de sept essais consécutifs; il autorise les remarques suivantes :

1. les quatre composés précédents sont également obtenus ;
2. l'extraction de l'ABIA paraît meilleure puisque l'inhibition d'allongement du test est nettement supérieure (81 % pour 68 %) ;
3. l'inhibiteur β est également plus abondant, mais l'accélérateur α, par contre, est obtenu en moindre quantité.

C) Extraction a l'éthanol.

L'histogramme (fig. 4) donne les valeurs moyennes de quatre essais; on en peut tirer les remarques suivantes :

1. les quatre composés précédents ont encore pu être séparés, mais en proportions différentes ;
2. l'ABIA est nettement moins abondant, alors que l'accélérateur α semble avoir été particulièrement bien extrait.

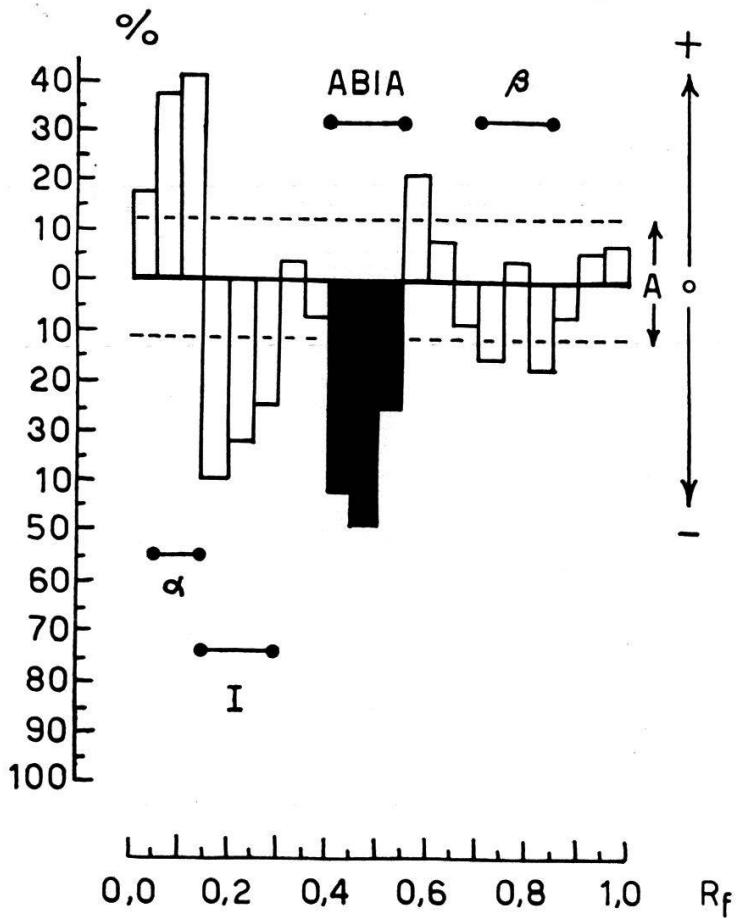

Fig. 4. — Histogramme.
Composés actifs radiculaires. Solvant d'extraction : *éthanol.*

D) Comparaison des valeurs obtenues.

Tableau.

Etude comparée de quatre composés actifs sur la croissance du test racine, isolés des racines du *Lens*.
Solvant chromatographique :
80 % isopropanol — 10 % ammoniaque (28 %) — 10 % eau,
Les valeurs sont données en % d'action [1] sur l'allongement des fragments de racines du *Lens* (test R) [2].
Poids frais du matériel : 5 g.

Composés	Rf	Solvants d'extraction								
		Ether			Méthanol			Ethanol		
		V	T	VM	V	T	VM	V	T	VM
ABIA	0,40 - 0,45	59			86			42		
	0,45 - 0,50	84	205	68	83	244	81	49	118	36
	0,50 - 0,55	62			75			27		
Inhibiteur β	0,70 - 0,75	18			24			16		
	0,75 - 0,80	27	68	23	94	208	69	—	34	11
	0,80 - 0,85	23			90			18		
Inhibiteur I	0,15 - 0,20	—			17			40		
	0,20 - 0,25	12	33	11	—	33	11	33	97	32
	0,25 - 0,30	21			16			24		
Accélérateur α *	0,05 - 0,10	33			13			38		
	0,10 - 0,15	35	68	34	15	28	14	41	79	39

V : Valeurs individuelles T : Total VM: valeurs moyennnes

(1) Sans indication, les valeurs sont négatives ; avec un * les valeurs sont positives.

(2) Les valeurs comprises dans la zone d'approximation (non significatives) ont été éliminées.

Nous avons reporté dans le tableau la moyenne des diverses valeurs (en %) obtenues pour cette série de quatre composés extraits des racines du *Lens* à l'aide de trois solvants distincts. Ces résultats (v. aussi fig. 5) montrent que :

1. le méthanol est le meilleur solvant pour isoler l'ABIA et l'inhibiteur β ;

2. l'éthanol permet de mettre particulièrement bien en évidence l'inhibiteur I ;
3. l'éther et l'éthanol donnent de bons résultats, d'ailleurs voisins, lorsqu'il s'agit d'extraire l'accélérateur α ;

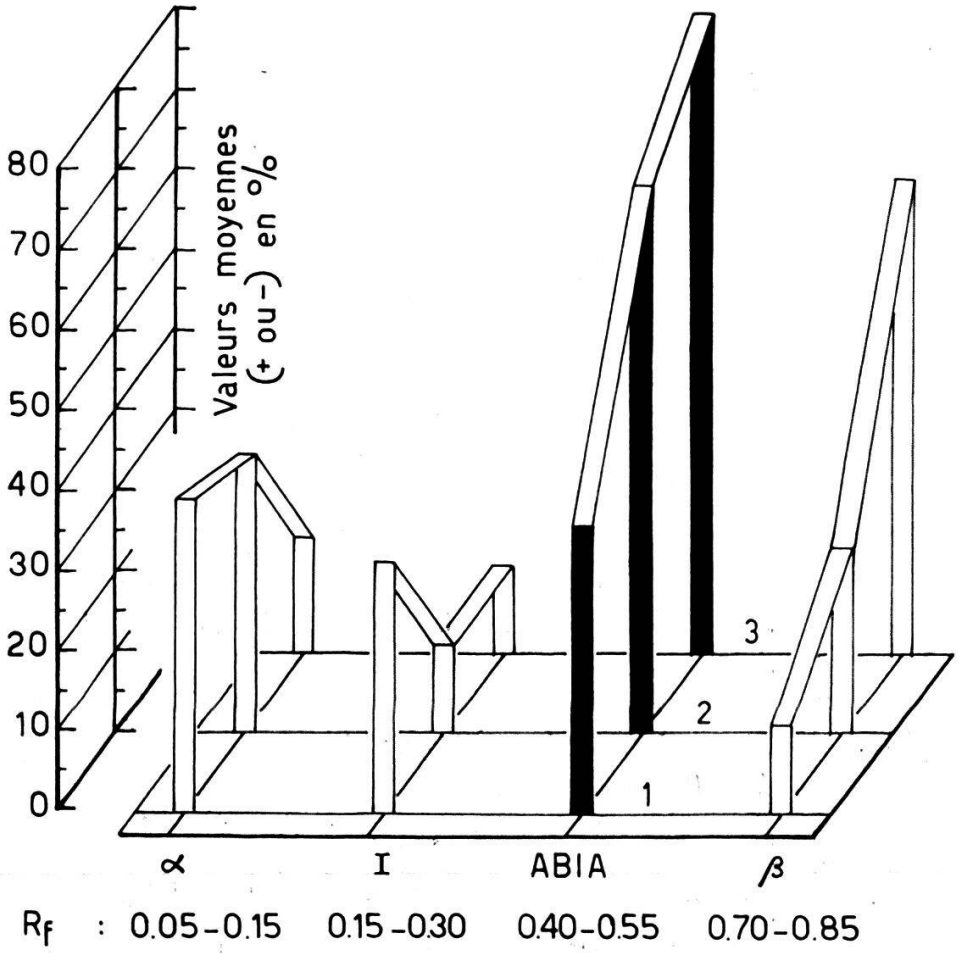

FIG. 5. — Etude comparée de la valeur relative (calculée à partir du % d'action sur le test racine) des divers composés radiculaires extraits par trois solvants distincts : 1 : éthanol, 2 : éther et 3 : méthanol.

4. l'éther et le méthanol fournissent des valeurs identiques pour l'inhibiteur I ;
5. en d'autres termes, pour isoler l'ABIA, le méthanol est le meilleur des trois solvants employés; pour mettre en évidence l'inhibiteur β, c'est également le méthanol qu'il convient d'utiliser; pour extraire l'inhibiteur I, l'éthanol semble préférable; pour obtenir l'accélérateur α, l'éther et l'éthanol sont également à recommander ;
6. pourtant, et ceci confirme nos précédentes recherches, l'éther semble bien être le solvant le plus commode puisqu'il permet d'obtenir, en quantités toujours plus ou moins appréciables, les composés radiculaires les plus importants qui agissent sur la croissance des racines.

E) Variations de la teneur en ABIA.

En utilisant les trois solvants dont on vient de discuter l'efficacité, nous avons cherché à déterminer comment variait, en fonction de l'âge des racines (exprimé par leur longueur; de 16 à 80 mm). la teneur en ABIA, ou plus exactement la concentration des composés de même Rf que celui de l'ABIA et dont l'action sur l'allongement des fragments radiculaires, était du même ordre. En se rapportant à la courbe étalon (v. fig. 1), et en utilisant comme il l'a été dit plus haut (v. p. 528) les coefficients de régression établis séparément pour chaque cas, nous avons calculé la teneur en équivalents d'ABIA et rapporté ces chiffres à une même valeur de matériel utilisé (en µg pour 5 g de poids frais).

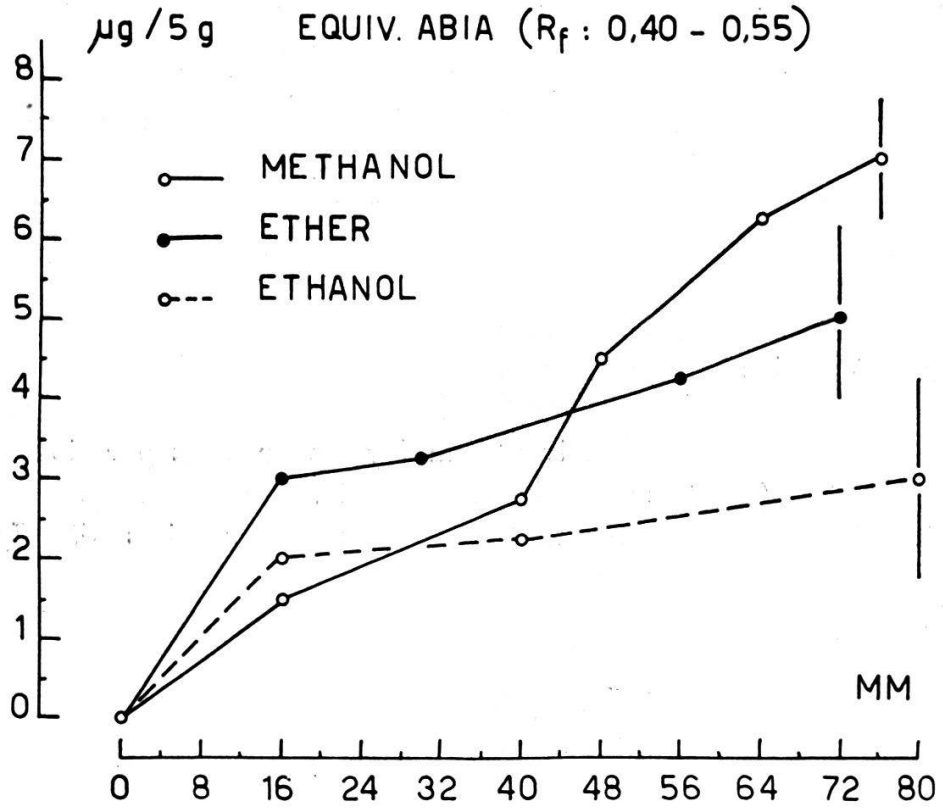

Fig. 6. — Teneur relative en composés auxiniques (donnés en équivalents d'ABIA et en γ pour 5 g de poids frais) des racines du *Lens* en fonction de leur longueur en mm.

Les résultats de ces mesures sont reportés dans la fig. 6 et permettent les conclusions suivantes :

1. quel que soit le solvant d'extraction employé, la concentration des auxines endogènes (équivalentes à l'ABIA) augmente avec la longueur des racines ;
2. pour des racines relativement jeunes, c'est l'éther qui donne les meilleurs résultats ;

3. pour des racines plus âgées, c'est le méthanol qui est le solvant le plus favorable ;
4. l'éthanol doit être considéré comme le moins bon des trois solvants ;
5. si l'on compare la variabilité des résultats obtenus pour les différents solvants employés, on constate que c'est le méthanol qui donne les meilleurs résultats.

Discussion.

Dans ce qui précède, deux séries de problèmes doivent être retenus :

1. la nature des composés radiculaires, actifs sur la croissance de fragments de racines ;
2. la concentration relative des composés auxiniques mis en évidence dans les racines d'âge différent.

Nous examinerons successivement ces deux questions :

Si nous étudions tout d'abord l'ABIA, nous pouvons relever que la plupart des travaux (v. p. 525) consacrés à l'analyse des auxines radiculaires font état de ce composé dans les racines les plus diverses, seule la concentration de cette hormone endogène (v. plus loin) semble varier nettement. Mais on peut se demander dans quelle mesure le choix de la technique d'extraction et de dosage ne joue pas un rôle plus important que la nature même du matériel employé. La position (valeur du Rf) de l'ABIA, mis ainsi en évidence dépend naturellement du solvant employé pour la séparation chromatographique (v. Pilet, 1961; p. 122-125, tableau XVI).

L'accélérateur α a également, et à plusieurs reprises, été signalé dans les tissus radiculaires (v. Audus, 1960). C'est Lexander (1953) qui l'a observé, un des premiers, dans les racines du *Triticum*. Bennet-Clark et Kefford (1953) l'ont retrouvé dans diverses racines et ont baptisé cette substance (ou plus exactement cet ensemble de composés) accélérateur α. Audus et Tresh (1953) isolent ce facteur des racines de *Pisum* et constatent, sur des tests radiculaires, que cette substance stimule, à diverses concentrations, l'allongement de ces racines. Pilet (1958 a et b) met en évidence ce facteur dans les racines du *Lens* et montre, ce qui prouve nettement les propriétés d'accélérateur de croissance de ce composé qui appartient à la fraction acide éthéro-soluble des auxines libres, que ce produit stimule tout à la fois le test R (fragments de racines) et le test T (fragments de tige).

Bennet-Clark et Kefford (1953) ont supposé qu'il s'agissait peut-être de l'acide β-indolyl-pyruvique. Or Bentley, Housley et Britton (1955) ont montré que ce composé entraînait l'inhibition de la croissance des racines du *Lepidium*. Pilet (1958 b) a de plus

constaté que cet accélérateur qui stimule l'allongement des fragments d'épicotyle possède, dans ce cas, une activité environ dix fois moindre que celle de l'ABIA. Il semble donc bien démontré aujourd'hui que l'accélérateur α ne peut être l'acide β-indolyl-pyruvique bien que son Rf soit très proche de celui de cette substance. THURMAN et STREET (1960) retrouvent cet accélérateur dans les racines de tomate, mais seulement dans les fractions totales et neutres de l'extrait au méthanol et dans la fraction aqueuse de ces extraits. LAHIRI et AUDUS (1960) repèrent également cet accélérateur dans les fractions éthanoliques d'extraits de racines du *Vicia faba.*

L'inhibiteur β a été isolé pour la première fois par BENNET-CLARK, TAMBIAH et KEFFORD (1952). Ce composé a été retrouvé par LEXANDER (1953) dans les racines du *Triticum,* par BENNET-CLARK et KEFFORD (1953) dans un certain nombre d'extraits radiculaires, par AUDUS et TRESH (1953) et AUDUS et GUNNING (1958) dans les racines du *Pisum,* par PILET (1958 a et b) dans les racines du *Lens* et par HOUSLEY et TAYLOR (1958) dans les tubercules du *Solanum.* THURMAN et STREET (1960) réussissent à isoler de grandes quantités de cet inhibiteur dans les racines de tomate cultivées *in vitro* et repèrent ce produit aussi bien dans la fraction neutre que dans la fraction acide de l'extrait (méthanol; fraction éthyl-acétique). LAHIRI et AUDUS (1960) retrouvent cet inhibiteur dans les racines du *Vicia faba* (extrait éthanolique).

La nature chimique de ce facteur assurant l'inhibition de l'élongation des racines a été, à plusieurs reprises, discutée (KEFFORD 1955 ; VARGA, 1958). KÖVES (1957) pense qu'il s'agit là d'un composé de structure complexe dont un des constituants pourrait être l'acide salicylique. TORREY (1956), en étudiant les facteurs qui limitent la croissance des racines latérales, suppose que cet inhibiteur β serait formé de substances phénoliques voisines des acides oxybenzoïque, 4-hydrxy-3-méthoxycinnamique et coumarique. Plus récemment, TORREY (1959) reprend l'étude de cet inhibiteur; il montre que ce composé donne une réaction positive avec le réactif de Salkowski. Mais l'absence de coloration avec le réactif d'Erlich exclut la possibilité que ce produit soit de nature indolique. Par contre le caractère phénolique de cette substance (v. STOWE, THIMANN et KEFFORD, 1958) est confirmé. TORREY suppose alors, en s'appuyant sur un certain nombre de nos essais relatifs à l'activité auxines-oxydasique (PILET, 1957 a et b, 1960 b; PILET et GALSTON, 1955) que cet inhibiteur β pourrait bien agir sur le métabolisme auxinique en intervenant dans certains processus de dégradation des hormones endogènes.

L'inhibiteur I, bien que peu abondant dans nos extraits, se distingue très nettement de l'accélérateur α dont le Rf est pourtant

voisin. A part quelques exceptions (v. BENTLEY, 1958), ce produit, qu'on peut extraire par l'éther ou par le méthanol ou beaucoup mieux par l'éthanol, ne semble pas avoir été encore signalé dans les racines (du moins dans celles de *Pisum, Triticum* et *Vicia,* qui ont fait l'objet de ce genre de recherches). Nous nous garderons de nous prononcer, pour le moment, sur la nature chimique et les propriétés biologiques de ce composé.

Conclusions.

L'étude de la croissance des racines, en relation avec les composés auxiniques, doit être envisagée sous des angles différents. On peut tout d'abord, et à cet égard les travaux sont nombreux, analyser l'effet de diverses substances sur l'allongement de ces racines; mais les innombrables observations, accumulées à la suite de ce genre d'expérience, n'ont de sens que si l'on cherche à connaître ce qui se passe à l'intérieur même des tissus traités. C'est le second aspect, et le moins facile, du problème.

Pour expliquer le comportement d'un organe vis-à-vis de facteurs exogènes, il convient d'*abord* de bien connaître son « état interne ». Récemment, nous avons repris sous un angle nouveau, ce problème (PILET, 1960 a, 1961 c) en cherchant à préciser la nature de l'état *auxinique endogène* et en nous efforçant de trouver un moyen correct pour rendre compte de ces phénomènes. Dans ce travail nous avons fait l'analyse systématique des divers composés actifs sur la croissance et qu'on peut extraire de racines, à l'aide de divers solvants. Comme les propriétés biologiques de ces substances ont été mises en évidence par un test physiologiquement identique aux organes d'où provenaient ces composés, on peut être assuré que ces facteurs jouent dans la racine le même rôle que celui que des dosages biologiques ont permis de préciser. La croissance des racines apparaît alors comme une série de processus (v. PILET, 1961 b) complexes où interviennent un certain nombre de facteurs endogènes distincts de l'ABIA et qui, nécessairement, doivent interférer avec cette auxine type.

Bibliographie.

Audus L. J., 1960. — Some problems concerning root growth-hormones. Symp. plant. growth regulators, Torun, p. 9.

— et Gunning B. E. S., 1958. — Growth substances in roots of *Pisum sativum*. *Physiol. Plant. 11,* 685.

— et Tresh R., 1953. — A method of plant growth substance assay for use in paper partition chromatography. *Physiol. Plant. 6,* 451.

— et — , 1955. — The effect of synthetic growth substances in the level of endogenous auxins in plant. Proc. Symp. Wye Coll., p. 248.

Bennet-Clark T. A. et Kefford N. P., 1953. — Chromatography of the growth substances in plant extracts. *Nature 171,* 645.

— , Tambiah M. S. et Kefford N. P., 1952. — Estimation of plant growth substances by partition chromatography. *Nature 169,* 452.

Bentley J. A., 1958. — The naturally-occurring auxins and inhibitors. *Ann. Rev. Plant. Physiol. 9,* 47.

— , Housley S. et Britten C., 1955. — Hormones and hormone precursors in leaves, roots and seeds. Proc. Symp. Wye Coll., p. 40.

Cartwright P. M., Sykes J. T. et Wain R. L., 1955. — The distribution of natural hormones in germinating seeds and seedling plants. Proc. Symp. Wye Coll., p. 32.

Garbarini G., 1919. — Purification de l'éther sulfurique. *Bull. Ass. Chim. Sucr. et Dist. France et Col. 26,* 1165.

Hemberg T., 1954. — Studies on the occurrence of free and bound auxins and of growth inhibiting substances in potato tuber. *Physiol. Plant. 7,* 312.

Housley S. et Taylor W. C., 1958. — Studies on plant growth hormones. VI. The nature of inhibitor-β in potato. *J. exp. Bot. 9,* 458.

Jerchel D. et Muller R., 1951. — Papierchromatographie der 3-Indolyl-essigsäure. *Naturwiss. 38,* 561.

Kefford N. P., 1953. — The properties of growth substances separated from plant extracts by chromatography. Thesis, Univ. London.

— , 1955. — The growth substances separated from plant extracts by chromatography. II. The coleoptile and root elongation properties of the growth substances in plant extracts. *J. exp. Bot. 6.* 245.

Köves E., 1955. — Papierchromatographische Untersuchungen der ätherlöslichen keimungs- und wachstumshemmenden Stoffe der Haferpelze. *Acta Biol.* (Szeged) *3,* 1957.

Lahiri A. N. et Audus L. J., 1960. — Growth substances in the roots of *Vicia faba*. *J. exp. Bot. 11,* 341.

Larsen P., 1955 a. — On the separation of acidic and non-acidic auxin. *Physiol. Plant. 8,* 343.

LARSEN P., 1955 b. — Growth substances in higher plants. *In* PEACH K. et TRACEY M. V.: Moderne Methoden der Pflanzenanalyse, Springer Verlag, Berlin, *3*, p. 565.

LEXANDER K., 1953. — Growth regulating substances in roots of wheat. *Physiol. Plant. 6.*, 406.

LINSER A., 1951. — Versuche zur chromatographischen Trennung von Wuchs- und Hemmstoffen. *Planta 39*, 377.

NITSCH J. P., 1955 a. — Methods for the investigation of natural auxins and growth inhibitors. Proc. Symp. Wye Coll., p. 3.

— et NITSCH C., 1955 b. The separation of natural plant growth substances by paper chromatography. *Beitr. Biol. Pfl. 31*, 387.

— , PRATT C., NITSCH C. et SHAULIS N. J., 1960. — Natural growth substances in concord and concord seedless grapes in relation to berry development. *Am. J. Bot. 47*, 566.

PILET P. E., 1950. — Nouvelle contribution à l'étude du géotropisme des étamines d'*Hosta*. *Bull. Soc. bot. suisse 60*, 5.

— , 1951 a. — Contribution à l'étude des hormones de croissance (auxines) dans la racine du *Lens*. *Mém. Soc. vaud. Sc. nat. 10*, 137.

— , 1951 b. — Répartition et variations des auxines dans les racines du *Lens*. *Experientia 7*, 262.

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

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

— , 1958 a. — Etude chromatographique des facteurs de croissance radiculaire. *C. R. Acad. Sc.* (Paris) *246*, 2399.

— , 1958 b. — Analyse biochromatographique des auxines radiculaires : techniques et résultats. *Rev. gén. Bot. 65*, 605.

— , 1959. — Une méthode de préparation de fragments de tissus ou d'organes végétaux. *Bull. Soc. vaud. Sc. nat. 67*, 133.

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

— , 1960 b. — *In vitro* destruction of auxin labeled with C^{14}. *Physiol. Plant. 13*, 766.

— , 1961 a. — Les phytohormones de croissance : méthodes, chimie, biochimie, physiologie et applications pratiques. Masson Edit., Paris.

— , 1961 b. — L'action des auxines sur la croissance des cellules. Handbuch d. Pflanzenphysiologie, Bd. XIV, coll. dirigée par W. RUHLAND. Springer Verlag, Berlin, pp. 784-806.

— , 1961 c. — Gradients de croissance et problèmes auxiniques. II. Etats statique et dynamique. *Bull. Soc. bot. suisse 71*. 25.

— et GALSTON A. W., 1955. — Auxin destruction, peroxydase activity and peroxide genesis in the roots of *Lens culinaris*. *Physiol. Plant. 8*, 888.

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

— et MIMAULT J., 1959. — Etude biochromatographique des composés auxiniques de l'amande du Bigarreau. *Rev. gén. Bot. 66*, 329.

— et WENT F. W., 1956. — Control of growth of *Lens culinaris* by temperature and light. *Am. J. Bot. 43,* 190.

SEN S. P. et LEOPOLD A. C., 1954. — Paper chromatography of plant growth regulator and allied compounds. *Physiol. Plant. 7,* 98.

STOWE B. B. et THIMANN K. V., 1953. — Indolpyruvic acid in maize. *Nature 172,* 764.

— , — et KEFFORD N. P., 1958. — Further studies of some plant indoles and auxins by paper chromatography. *Plant Physiol. 31,* 162.

TERPSTRA W., 1953. — Extraction and identification of growth substances. Thesis, Univ. Utrecht.

THURMAN D. A. et STREET H. E., 1959. — The auxin activity extractable from excised tomato roots by cold 80 per cent methanol. *J. exp. Bot. 11,* 188.

TORREY J. G., 1956. — Chemical factors limiting lateral root formation in isolated pea roots. *Physiol Plant. 9,* 370.

— , 1959. — A chemical inhibitor of auxin-induced lateral root initiation in roots of *Pisum. Physiol. Plant. 12,* 873.

VARGA M., 1958. — Paper chromatographic examination of growth-inhibiting substances with special respect to fleshy fruits. *Acta Biol.* (Szeged) *4,* 41.

Manuscrit reçu le 25 avril 1961.