

Zeitschrift: Berichte der Schweizerischen Botanischen Gesellschaft = Bulletin de la Société Botanique Suisse
Herausgeber: Schweizerische Botanische Gesellschaft
Band: 68 (1958)

Artikel: Action des gibberellines sur la croissance et l'activité auxines-oxydasique du *Trifolium ochroleucum* Hudson
Autor: Pilet, Paul-E. / Wurgler, Werner
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-47911>

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: 21.02.2026

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

Action des gibberellines sur la croissance et l'activité auxines-oxydasique du *Trifolium ochroleucum* Hudson

Par Paul-E. Pilet et Werner Wurgler¹

Laboratoire de Physiologie végétale / Université de Lausanne

Manuscrit reçu le 4 février 1958

Avant-propos

Depuis quelques années, les recherches portant sur le rôle des gibberellines (GB) sur la croissance des végétaux, se sont multipliées. (Voir à ce sujet l'étude bibliographique très complète de Stowe et Yamaki, 12). Toutefois, on ne sait encore que fort peu de choses sur leur véritable mode d'action. Certains auteurs (Brian, Hemming et Radley, 2) considèrent ces substances comme de véritables auxines, d'autres (Nitsch et Nitsch, 5) admettent l'existence entre ces corps et les hormones de croissance d'un réel synergisme biochimique. Peu de travaux ont été consacrés à l'analyse de l'action des GB sur les hormones de croissance ; relevons pourtant les intéressantes recherches de Hayashi et Murakami (3) concernant la croissance de sections d'épicotyles de pois étiolés. Ces auteurs ont montré que le 1-tryptophane était capable d'accroître la réaction de croissance aux GB et la stimulation d'allongement produite par la combinaison de ces deux corps (respectivement 10 mg/l et 6 mg/l) était bien supérieure à celle qu'on obtenait en prenant ces substances séparément. La conclusion de ces expériences est que les GB paraissent faciliter la conversion du tryptophane en acide β indolyl-acétique (ABIA).

L'un de nous (Pilet, 8) a mis en évidence l'action des GB sur le métabolisme des hormones de croissance et montré que ces corps, ajoutés à des extraits de néoformations de fragments de carotte cultivés *in vitro*, provoquaient une nette inhibition des systèmes auxines-oxydasiques, d'où ralentissement très marqué de la destruction *in vitro* des auxines.

Or, dans nos précédents essais sur les GB et dont il est fait précédemment mention, il s'agit de l'action directe et *in vitro* des gibberellines sur les auxines-oxydases. Il était intéressant de chercher à savoir dans quelle mesure l'effet d'inhibition observé se manifeste encore dans des tissus prélevés sur des organes traités bien avant les essais de détermination d'activité auxines-oxydasique. En d'autres termes nous avons essayé de mettre en évidence l'action *in vivo* des GB sur les hormones de croissance.

¹ Stations d'essais agricoles, Lausanne.

Matériel et méthode

Les expériences ont porté sur des plantes du *Trifolium ochroleucum* Hudson (provenance : pâturage de la Supelaz—Châtel-Saint-Denis), cultivées en serre (température moyenne de 13° C, mais montant parfois jusqu'à 16° C ; lumière du jour complétée de 5 h 30 à 10 h 00 et de 16 h 00 à 20 h 30 par un éclairage d'appoint de 1100 lux). Les GB utilisées ont été appliquées sous forme de complexes gibberellics de la Maison Penick and Co, produit mouillant et hydrosoluble. Le traitement a été fait par aspersion des feuilles avec une solution à 10 ppm. La dose utilisée était de l'ordre de 2 ml par plante, soit 0,02 mg de substance active par plante et

Figure 1

Aspect de deux plantes de
Trifolium

A droite: témoin

A gauche: traité

Photo prise 32 jours après
le dernier traitement. Dose
totale de GB: 0,1 mg/plante.
L'échelle (5) représente 5 cm



par traitement. Cinq traitements ont été prévus (jours : 0, 4, 10, 16 et 21), la quantité totale de GB administrée a donc été de 0,1 mg par plante.

Variations de croissance

Si l'on compare (figure 1) des trèfles traités avec des témoins placés dans des conditions identiques, on voit d'emblée que les GB ont entraîné d'importantes perturbations dans la croissance de ces plantes. Nous nous proposons d'examiner les plus caractéristiques d'entre elles.

Pétiotes. L'allongement accéléré des pétiotes est tout à fait typique et ceci aussi bien pour des pétiotes dont les feuilles existaient déjà au moment du premier traitement (A) ou qui se formèrent après le traitement initial (B). Les observations rapportées dans la figure 2 indiquent en outre

que même plusieurs semaines après le dernier traitement, la stimulation de croissance provoquée par l'application de GB persiste.

Folioles. Si l'on compare des feuilles de plantes traitées avec celles appartenant à des témoins et dont l'âge est approximativement le même (figure 3), on peut noter de grandes différences que le tableau 1 met tout

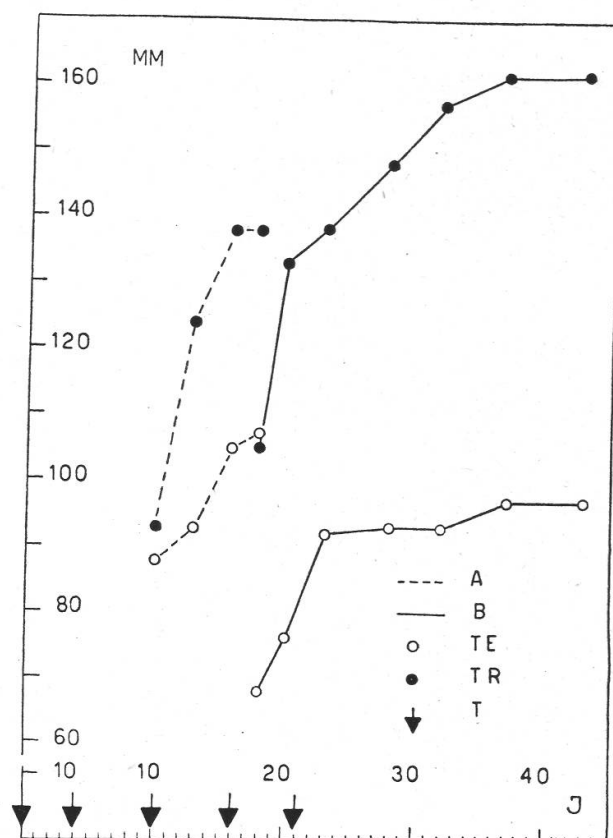


Figure 2

Allongement des pétioles en millimètres en fonction du temps en jours (j)

T: Traitement

A: mesure des pétioles de feuilles déjà développées lors du premier traitement

B: mesure des pétioles non encore formés lors du premier traitement

TE: Témoin

TR: Traité par des GB à raison de 0,02 mg de GB par plante et par traitement (dose totale par plante: 0,1 mg)

Tableau 1
Variations de croissance des folioles

Observations ¹	Témoins	Traités
a) Surface moyenne: 11 jours	154 mm ² ± 5,3	247 mm ² ± 8,9
24 jours	140 ± 4,6	283 ± 5,3
b) Longueur moyenne: 11 jours	16,0 mm ± 0,29	22,0 mm ± 0,54
24 jours	15,4 ± 0,20	25,2 ± 0,51
c) Largeur moyenne: 11 jours	12,2 mm ± 0,24	14,3 mm ± 0,24
24 jours	12,6 ± 0,21	15,1 ± 0,29
d) Rapport longueur/largeur		
11 jours	1,31	1,54
24 jours	1,22	1,67

¹ Les jours où les observations ont été faites sont comptés à partir du dernier traitement.

particulièrement en évidence. La surface, la longueur et la largeur sont notablement accrues, mais l'étude du rapport longueur/largeur montre toutefois que les folioles ont tendance, sous l'action des GB, à s'allonger plus qu'à s'élargir, d'où l'aspect très différent des feuilles traitées comparées aux témoins. Ajoutons encore que l'allure générale de ces feuilles traitées est très voisine de celle de feuilles de plantes à l'approche de la floraison. Il y a là un problème de morphologie expérimentale que nous nous proposons de reprendre en relation avec l'étude de l'action des GB et des auxines sur le développement.

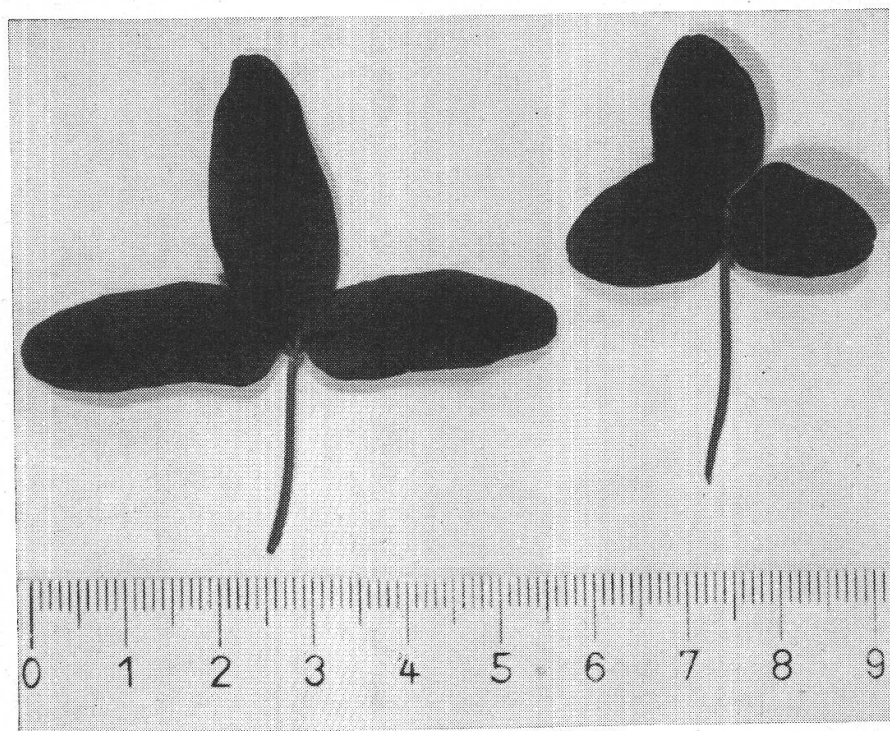


Figure 3

Aspect de deux feuilles de *Trifolium*

A droite: témoin A gauche: traité

Photo prise 32 jours après le dernier traitement. Dose totale de GB:
0,1 mg/plante

Si l'on observe de très jeunes feuilles (figure 4), on est frappé par le plissement inhabituel, mais nettement visible des folioles, phénomène in-existant chez les témoins et qui d'ailleurs s'atténue et disparaît au fur et à mesure que la feuille grandit¹. Nous croyons pouvoir rapprocher cette sorte de «malformation» avec celles que l'un de nous (Wurgler, 14 à 16) a observé sur de nombreuses feuilles provenant de plantes traitées par des substances de croissance et tout particulièrement sur des végétaux voisins de ceux utilisés dans ces essais : *Lupinus luteus* avec l'acide naphthyl-

¹ Une torsion comparable à celle obtenue avec du 2-4D a été observée par Wittwer et Bukovac (13) sur des tiges du *Phaseolus* traité par des GB.

acétique (14), *Laburnum alpinum* (15) et *Trifolium pratense* (16) avec le 2-4 D. De tels phénomènes sont incontestablement dus à un appréciable accroissement de la teneur en auxines endogènes. Il nous paraît alors possible, à la suite d'observations semblables sur des feuilles appartenant à des plantes traitées par les GB, de supposer qu'une des conséquences de ce traitement sur les trèfles est précisément une élévation de la teneur en hormones de croissance. Cette remarque vient appuyer, comme on le verra dans la discussion, notre hypothèse concernant l'action des GB sur les auxines-oxydases.

Variations de l'activité auxines-oxydasique

La préparation des extraits enzymatiques et la détermination de l'activité des auxines-oxydases (par la mesure de la destruction *in vitro* de l'ABIA) ont été faites selon nos techniques habituelles (Pilet, 6, 11). Nous en rappellerons très brièvement le principe :

les extraits aqueux de pétioles (fragments pris dans les régions basales sur 5 cm comptés à partir de la tige ou terminales sur 5 cm à partir des folioles) sont préparés à -28°C avec une solution tampon $\text{KH}_2\text{PO}_4/\text{Na}_2\text{HPO}_4$ (pH 6,1) et centrifugés (4000 g, 10 mn). On prélève 2 ml de cet extrait qu'on mélange à 6 ml de la solution tampon et au temps 0 on y ajoute 0,2 ml d'une solution d'ABIA (50 $\mu\text{g}/\text{ml}$). Après une incubation de 30 à 120 mn (obscurité, $+28^{\circ}\text{C}$), 2 ml de la solution totale sont mélangés à 8 ml du réactif (Salkowski modifié). On évalue à l'électrophotocolorimètre Klett-Summerson (535 $m\mu \pm 35$) l'extinction après un temps déterminé (60 à 1800 s). L'activité des auxines-oxydases est exprimée en fonction de l'ABIA détruit (en μg) par unité de poids frais (200 mg) et pour une incubation de 60 mn.

Tableau 2

Destruction *in vitro* des auxines des pétioles
Activité auxines-oxydasique exprimée en μg d'ABIA détruits après une incubation de 60 minutes et rapportés à 200 mg de poids frais

Régions	Témoins	Traités
a) Régions basales ¹	30,2 27,5 32,0 31,7 33,8 M: 31,04	26,6 29,3 30,4 30,1 27,1 M: 28,70
b) Régions terminales ²	16,8 14,8 15,4 16,8 17,0 M: 16,16	10,3 7,1 8,9 11,4 9,8 M: 9,50

¹ portion des pétioles utilisée: les cinq premiers cm à partir de la tige

² portion des pétioles utilisée: les cinq premiers cm à partir des folioles

M: Moyenne de 4 mesures (5 séries d'extraits de 10 ml chacun; chaque chiffre étant la moyenne de 4 mesures pour chaque extrait).

Les résultats rapportés dans le tableau 2 permettent les conclusions suivantes :

1. Les régions basales se distinguent des régions terminales par une activité auxines-oxydasique différente et on peut observer que les zones de croissance sont celles où ces enzymes sont les moins actives. Cette remarque confirme des observations que l'un de nous a faites sur les tiges du *Phaseolus* (Pilet et Baillaud, 10).
2. Si l'on compare l'activité auxines-oxydasique de fragments prélevés dans les régions basales provenant de plantes traitées avec celle de témoins, on constate une faible inhibition enzymatique pour les végétaux ayant subi l'action des GB.

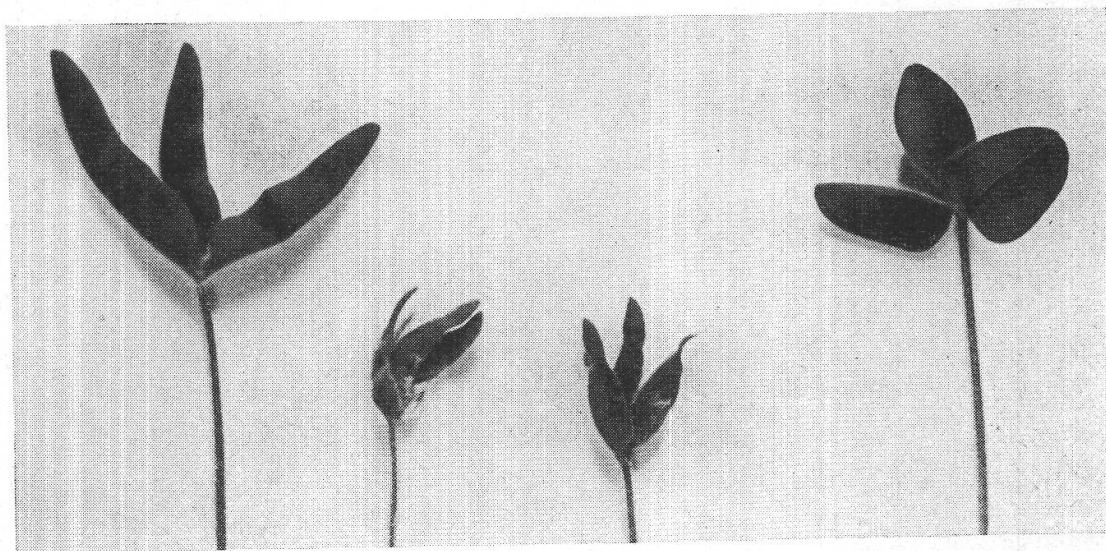


Figure 4

Aspect de jeunes feuilles de *Trifolium*

A droite: témoin A gauche: traités

On remarquera le plissement caractéristique des folioles de plantes traitées par les GB.
Les feuilles de droite et de l'extrême gauche sont d'âge à peu près identique.

3. Pour les régions terminales, cette inhibition de l'activité auxines-oxydasique est relativement forte.
4. Il apparaît donc comme un fait certain que les GB provoquent une inhibition de l'activité auxines-oxydasique et favorisent par conséquent la mobilisation des hormones de croissance dans les tissus traités.

Discussion

La comparaison des résultats précédemment exposés (voir tableau 3) va nous permettre de discuter du mode d'action des GB sur les tissus végétaux. Il faut remarquer tout d'abord que l'effet qui résulte de l'application des GB se prolonge bien au-delà du dernier traitement et même s'accroît,

comme si ces substances avaient déclenché *in vivo* une série de mécanismes qui continuent à se dérouler alors que la cause elle-même a cessé de se manifester. Les observations morphologiques sont complétées par des données biochimiques et l'inhibition des systèmes auxines-oxydasiques nettement marquée, même s'il s'agit de tissus qui ont été traités plusieurs semaines avant l'analyse de l'activité enzymatique. Dans nos précédents essais (Pilet 8), nous avons noté cette action inhibitrice des GB sur les auxines-oxydases, mais il s'agissait là d'expériences *in vitro* où des GB étaient ajoutées directement à des extraits enzymatiques. Ici, les GB ont été données à des plantes entières et les tissus traités furent analysés longtemps après cette application. On peut donc parler en quelque sorte d'essais *in vivo* et les résultats obtenus confirment absolument les données précédentes.

Tableau 3

Comparaison entre la croissance des pétioles et des folioles et l'activité auxines-oxydasique des pétioles

Observations ¹	Témoins	Traités	% d'activation (+) ou d'inhibition (—) ²
a) Longueur des pétioles: 22 jours ³	97 mm	162 mm	+ 67,0 %
b) Surface des folioles: 24 jours	140 mm ²	283 mm ²	+102,1 %
c) Activité auxines-oxydasique: 32 jours ⁴	16,16	9,50	— 41,2 %

¹ Les jours où les observations ont été faites sont comptés à partir du dernier traitement.

² On a calculé le % en utilisant la formule suivante:

$$\% = \frac{TR - TE}{TE} \cdot 10^2 \quad \text{Où TR: Traités TE: Témoins}$$

³ Seuls les pétioles portant des feuilles non développées au moment du traitement (première aspersion) ont été pris ici en considération.

⁴ L'activité enzymatique est exprimée en μg d'ABIA détruits/60 mn/200 mg PF.

Les GB agissent donc nettement, *in vivo* et *in vitro*, sur le métabolisme auxinique, en inhibant les auxines-oxydases, ces corps empêchent une destruction des auxines endogènes, favorisent par conséquent leur accumulation et contribuent ainsi, indirectement à l'accélération de la croissance des organes traités.

Cette explication se trouve confirmée par les observations que nous avons rapportées ici sur les déformations des jeunes feuilles et qu'on avait assimilées à celles qui furent observées sur des plantes enrichies en substances de croissance (Wurgler, 14-16) et celles de Wittwer et Bukovac (13).

Ainsi, pour expliquer l'action particulière des GB sur la croissance des tissus végétaux, deux hypothèses basées sur l'action directe de ces corps sur le métabolisme auxinique ont été présentées. La première (Hayashi et Murakami, 3) met en évidence l'action des GB sur la transformation accélérée des précurseurs en hormones. La seconde (Pilet, 8) porte sur le rôle de ces substances relativement à la destruction freinée de ces mêmes hormones. Il convient de remarquer que ces deux conceptions qui touchent l'une à l'activation des auxines et l'autre à leur inactivation se complètent parfaitement et dans les deux cas, on aboutit à la même supposition finale, les GB contribuent à assurer une augmentation de la teneur en auxines des tissus. Et il nous paraît intéressant de signaler un corps, ou un groupe de substances, qui agissent à la fois sur la synthèse d'hormones et sur leur conservation, en activant l'évolution des précurseurs en composés actifs et en empêchant que ces produits formés ne s'inactivent par voie enzymatique. L'action des GB sur le métabolisme auxinique a été relevée d'une autre façon encore (Brian et Hemming, 1) et il a été démontré que ces corps sont capables d'induire l'allongement des tiges de pois, à condition que le milieu dans lequel ces fragments d'organes sont cultivés, contiennent des auxines. Ces essais confirment donc le fait que les GB, pour agir, doivent exercer leur action sur une chaîne de processus biochimiques dont les auxines en constituent une des étapes essentielles.¹

Pour terminer cette discussion, signalons l'analogie entre l'action des GB et les composés SH. Nous avons trouvé que les tissus riches en composés à fonction thiol sont caractérisés par une haute teneur en auxines et des auxines-oxydases peu actives (Pilet, 7). D'autre part, nous avons montré *in vivo* et *in vitro* (Pilet, 9) que le glutathion, un des composés sulfhydrylés type, produit une nette inhibition de l'activité de ces enzymes de croissance. Enfin, certains troubles morphologiques observés à la suite de traitement par les GB à rapprocher de ceux qui se manifestent normalement (par exemple au début de la floraison) dans des tissus dont la teneur en fonctions SH endogènes paraît s'accroître. Le rapprochement entre le mode d'action de ces corps peut apporter à l'étude de la croissance et du développement d'intéressantes perspectives.²

Ce travail a pu être réalisé grâce à l'appui du Fonds national suisse de la recherche scientifique et la collaboration technique de M^{lle} Cl. Crou-taz. Les photographies qui illustrent cette étude ont été prises par M. R. Augustin.

¹ Relevons toutefois qu'en présence d'auxines les GB se comportent comme des inhibiteurs de croissance pour des cultures de tissus *in vitro* (?) (Netien, 4.)

² Ces recherches seront poursuivies en collaboration d'une part avec M. Wurgler et d'autre part avec M. Stroun.

Zusammenfassung

Die Blattstiele von *Trifolium ochroleucum* verlängern sich bedeutend nach einer Behandlung der Pflanzen mit Gibberellinen (GB). Die Blättchen vergrößern sich ebenfalls, sowohl in bezug auf die Gesamtoberfläche, wie auch auf die Längenzunahme, und zeigen einige morphologische Veränderungen, die auf einen erhöhten Auxingehalt schließen lassen.

Die biochemischen Untersuchungen zeigen, daß die GB die Aktivität der Auxinoxidasen hemmen. Diese Wirkung der GB auf den Wuchshormonhaushalt (Verminderung der Zerstörung *in vivo* und Konzentrationserhöhung) ermöglicht es, die Förderung des Stiel- und Blattwachstums zu erklären.

Summary

In *Trifolium ochroleucum*, the most typical response to treatment with gibberellins (GB) is leaf-stalks elongation. Leaves increase also both in total area and length and present a few morphological changes which can be related with increase of auxins content.

Biochemical observations indicate that GB produce inhibition of auxins-oxydases activity. The action of GB on growth hormones metabolism (decrease of *in vivo* destruction and consequently increase of concentration) can be used to explain the fact that GB promote leaves and leaf-stalks extension.

Bibliographie

1. Brian, P. W. et Hemming, C. Complementary action of gibberellic acid and auxins in Pea internode extension. *Annals of Bot.* **22**, 1, 1958.
2. — et Radley, M. A physiological comparison of gibberellic acid with some auxins. *Physiol. Plantarum*, **8**, 899, 1955.
3. Hayashi, T. et Murakami, Y. The biochemistry of bakanae fungus. The physiological action of gibberellin. The effect of gibberellin on the straight growth of etiolated pea epicotyl sections. *J. Agr. Chem. Soc. Japan*, **27**, 675, 1953.
4. Netien, G. Action des gibberellines sur la culture des tissus végétaux cultivés *in vitro*. *C.R. Acad. Sc.*, **244**, 2732, 1957.
5. Nitsch, J. P. et Nitsch, C. Studies on the growth of coleoptile and first internode sections. A new sensitive straight-growth test for auxins. *Plant Physiol.*, **31**, 94, 1956.
6. Pilet, P.-E. Dosage photocolométrique de l'acide β indolyl-acétique : application à l'étude des auxines-oxydases. *Rev. gén. Bot.*, **64**, 106, 1957.
7. — Distribution des groupes sulfhydryles (SH). Activité des auxines-oxydases et teneur en auxines des racines du Lens. *Physiol. Plantarum*, **10**, 708, 1957.
8. — Action des gibberellines sur l'activité auxines-oxydasique de tissus cultivés *in vitro*. *C.R. Acad. Sc.*, **245**, 1327, 1957.

9. Pilet, P.-E. Action du glutathion sur la morphologie et l'activité auxines-oxydasiqne de tissus cultivés in vitro. *Physiologia Plantarum* (sous presse).
 10. — et Baillaud, L. Activité des auxines-oxydases et circumnutation des tiges du *Phaseolus multiflorus*. *C.R.Acad. Sc.*, **244**, 1530, 1957.
 11. — et Galston, A.W. Auxin destruction, peroxidase activity and peroxide genesis in the roots of *Lens*. *Physiol. Plantarum*, **8**, 888, 1955.
 12. Stowe, B.B. et Yamaki, T. The history and physiological action of the gibberellins. *Ann. Rev. Plant Physiol.*, **8**, 181, 1957.
 13. Wittwer, S. H. et Bukovac, M. J. Gibberellin and higher plants: VIII. Seed treatments for beans, peas, and swert com. *Quart. Bull. Michigan Agricult. Exp. Stat.*, **40**, 215, 1957.
 14. Wurgler, W. La croissance des plantes et les phytohormones. *Rev. hort. suisse*, **20**, 145, 1947.
 15. — La sensibilité de quelques arbres et arbustes envers les acides phénoxyacétiques. *Ibid.*, **21**, 221, 1948.
 16. — Sensibilité des jeunes semis fourragés aux traitements herbicides. *Rapp. ann. 1948 des St. féd. es. agr.*, *Ann. agr. suisse*, **50**, 810, 1949.
-