

Zeitschrift: Saussurea : journal de la Société botanique de Genève
Herausgeber: Société botanique de Genève
Band: 6 (1975)

Artikel: Mise en évidence de deux types d'activité phosphatasique acide dans le méristème caulinaire de l'épinard
Autor: Auderset, Guy / Greppin, Hubert
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1099068>

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: 16.04.2026

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

Mise en évidence de deux types d'activité phosphatasique acide dans le méristème caulinaire de l'Épinard

GUY AUDERSET & HUBERT GREPPIN

Résumé

AUDERSET, G. & H. GREPPIN (1975). Mise en évidence de deux types d'activité phosphatasique acide dans le méristème caulinaire de l'Épinard. *Saussurea* 6: 259-269.

Une étude cytochimique ultrastructurale a été pratiquée sur des apex caulinaires de *Spinacia oleracea*. Elle a montré que les zones florales, présomptive (centro-apicale) et exprimée (primordiums floraux) manifestent deux types d'activité phosphatasique acide. La zone centro-apicale d'apex maintenus en conditions photopériodiques défavorables à la floraison (jours courts), manifeste une activité phosphatasique acide de type lysosomal; cette activité dans les primordiums floraux en début de différenciation, se localise au niveau de structure permettant de lui attribuer une signification métabolique différente.

Abstract

AUDERSET, G. & H. GREPPIN (1975). Demonstration of two types of acid phosphatase activity in the stem meristem of spinach. *Saussurea* 6: 259-269. In French.

An ultrastructural cytochemical study carried out on shoot apices of *Spinacia oleracea*, has revealed two types of acid phosphatase activity in the floral zones. The mid-apical (presumptive) zone of the stem kept under conditions unfavourable to flowering (short days), shows the lysosomal type of activity. This type has also been found in the zone of the developing floral primordia where it is weaker than another type of phosphatase activity met with here but localized to other cell structures, an activity which could be interpreted as having a different metabolic signification.

Depuis les travaux de VAN FLEET (1952), différents auteurs ont tenté d'établir et de préciser les relations entre une activité enzymatique (phosphatasique, par exemple) et le développement de différentes populations cellulaires.

AVERS (1958) puis AVERS & GRIMM (1961), mettent en évidence, sur le plan histochimique, une activité phosphatasique acide importante au niveau de trichoblastes, destinés à évoluer ultérieurement en poils absorbants, alors même que ces cellules sont encore incluses dans l'épiderme radiculaire.

CZERNIK & AVERS (1964), utilisant différents substrats montrent que des activités enzymatiques particulières sont associables à des types cellulaires méristématiques selon la position de ces cellules dans le gradient de différenciation du méristème radiculaire.

Au niveau du méristème caulinaire, des relations histochimiques précises entre une activité phosphatasique acide et la différenciation cellulaire sont établies par FOSKET & MIKSCHÉ (1966) ainsi que par MIA & PATHAK (1968); ces derniers s'intéressent plus particulièrement aux cellules procambiales et à leurs dérivées. Le fait est donc clairement établi: des activités enzymatiques, en particu-

lier phosphatasique acide, sont détectables, d'une manière très précoce, lors de la différenciation de certains types cellulaires dont l'aspect est encore très méristématique. De ce fait, on peut utiliser cette activité enzymatique, comme critère de différenciation.

La microscopie électronique a permis, depuis quelques années, de préciser la localisation intracellulaire des activités phosphatasiques acides. Différents tissus, généralement en voie de différenciation, ont été utilisés:

- apex radriculaire (POUX, 1970; COULOMB, 1969; DAUWALDER & al., 1969);
- tissus conducteurs (ARSANTO, 1972; CATESSON & CZANINSKI, 1967, 1968);
- tissus sécréteurs (FIGIER, 1968).

L'étude cytochimique ultrastructurale permet de préciser la nature des structures cellulaires responsables de l'élaboration, de la distribution et de l'utilisation de la charge phosphatasique acide (vois discussion).

Elle ne peut cependant pas toujours permettre de trancher en faveur d'une fonction précise de l'activité phosphatasique acide démasquée: activité hydrolasique associée au compartiment lysosomal ou activité phosphatasique acide concernant d'autres métabolismes (hydrates de carbone, transport de macromolécules, etc.).

Dans un travail de routine, concernant l'évolution ultrastructurale de l'apex caulinaire de l'Épinard, nous avons procédé à une étude cytochimique destinée à mettre en évidence les activités phosphatasiques acides des différents territoires apicaux.

Matériel et techniques

Des épinards variété Nobel, plantes de JL, sont prélevés dans les cellules du phytotron du Laboratoire de physiologie végétale qui assurent des conditions climatiques précises:

- humidité: 80%;
- température: 25°C;
- photopériode de 8 heures (tubes Sylvania Daylight 40); 4500 lux.

Sous ce régime lumineux, le méristème apical de la plante après un mois de croissance végétative, aborde la phase intermédiaire des auteurs français (LANCE, 1957) l'apex initie encore des feuilles, mais sa structure se transforme progressivement: la zone centro-apicale, jusque là nettement différenciée en microscopie optique, et relativement inactive, sur le plan mitotique, se dédifférencie progressivement, et seule la microscopie électronique permet, à l'âge de 5 à 6 semaines, de distinguer certains caractères nettement plus différenciés de cette zone (plastés, mitochondries).

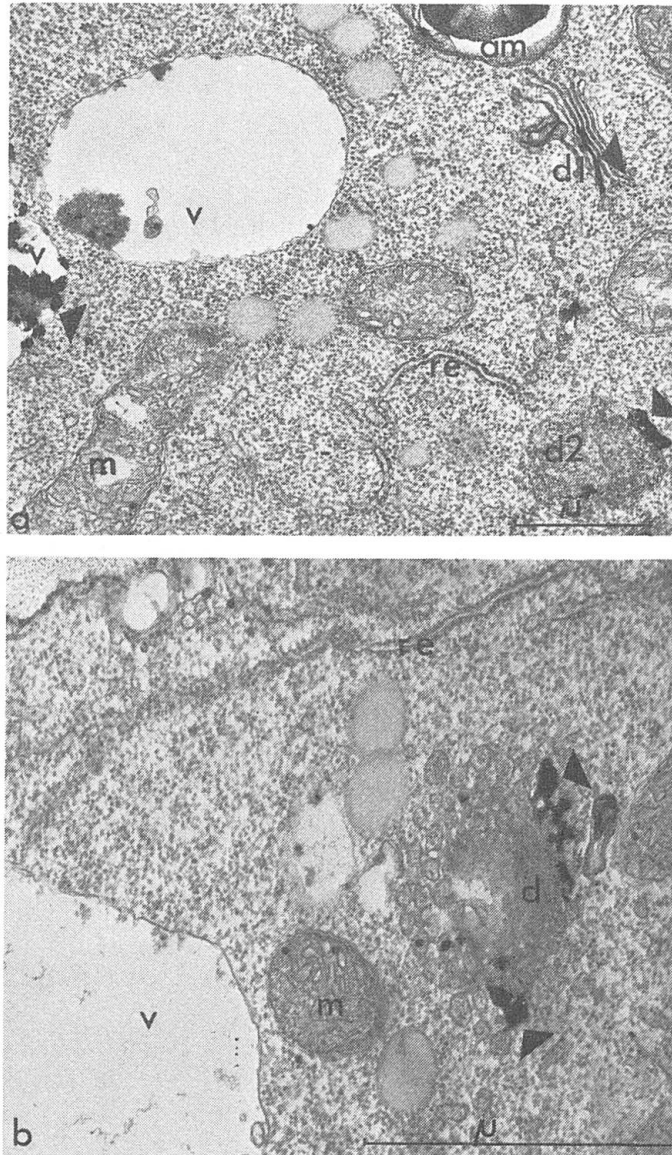


Fig. 1. — MÉRISTÈME radiculaire témoin.

- a, l'activité phosphatasique acide est localisée dans des secteurs de deux dictyosomes (D_1 et D_2). Elle se manifeste également au niveau d'une vacuole. $\times 14\ 000$.
- b, aspect détaillé d'un dictyosome montrant une activité positive au test de Gomori, localisée d'une manière précise au niveau réticulaire périphérique du dictyosome. $\times 33.600$.

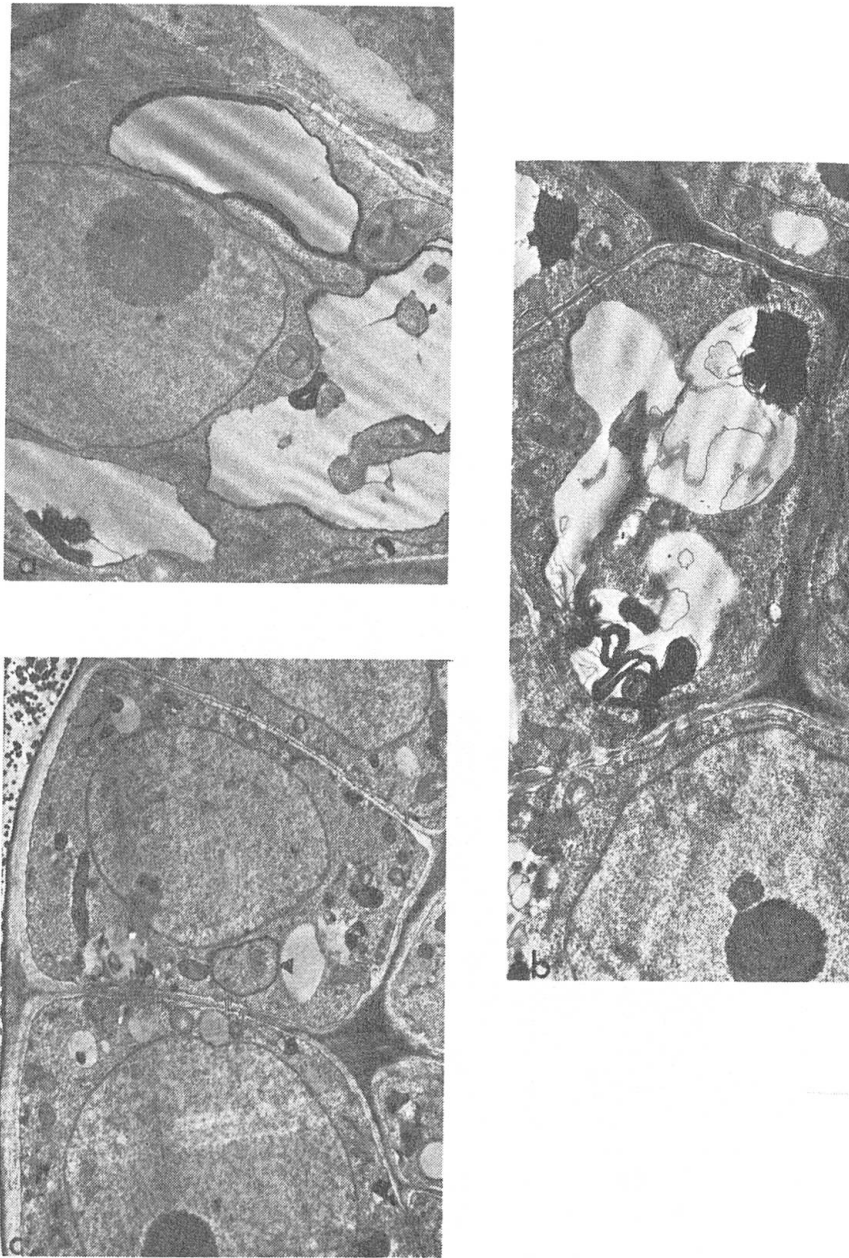


Fig. 2. — Méristème caulinaire et bourgeons floraux, topographie.
a, méristème caulinaire, phase végétative avancée. L'activité phosphatasique acide est localisée au niveau vacuolaire des cellules de la zone centrale. Cette activité, encore modeste à ce stade, est figurée par une frange de produit de réaction bordant généralement le tonoplaste. $\times 7000$.
b, méristème caulinaire, phase intermédiaire avancée. L'augmentation de l'activité phosphatasique acide se traduit par une accumulation intravacuolaire du produit de réaction, sous forme d'amas relativement important. $\times 6300$.
c, bourgeon floral primaire. L'activité phosphatasique acide est faible ou inexistante au niveau des vacuoles. On la remarque par contre en association avec des profils de réticulum endoplasmique (flèche). $\times 6300$.

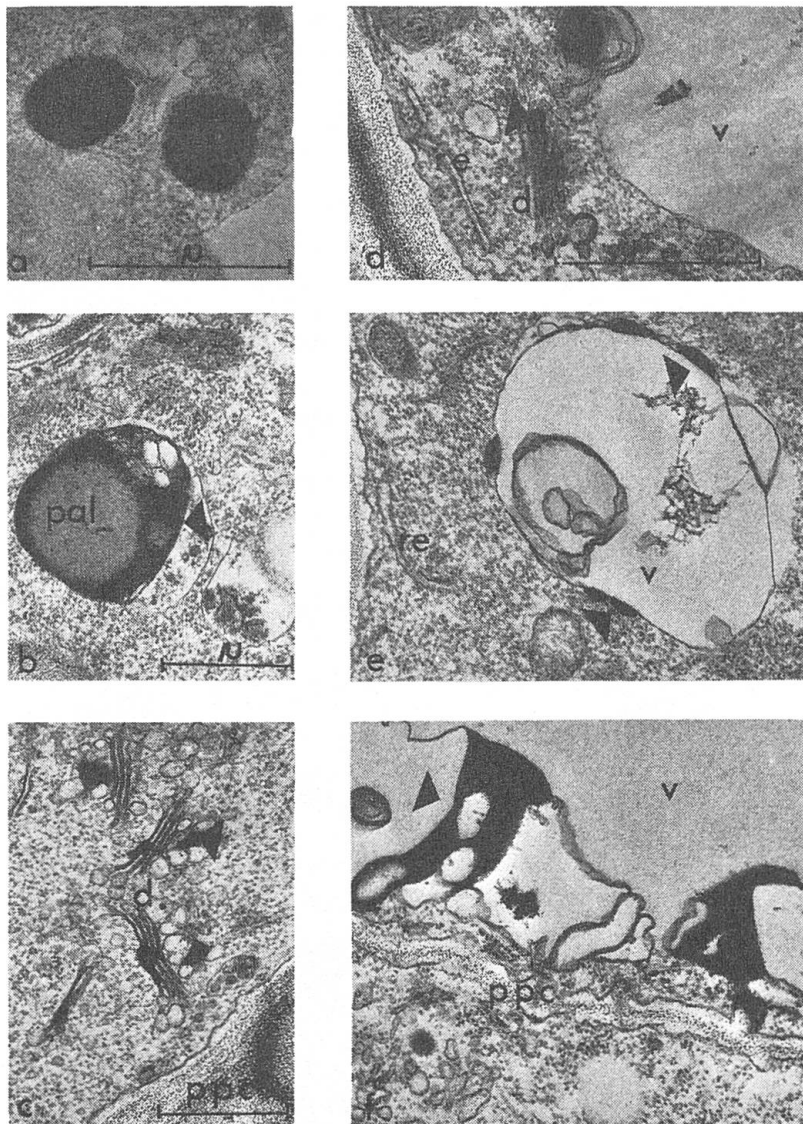


Fig. 3. — MÉRISTÈME CAULINAIRE en jours courts prolongés, zone centrale.
 a, coupe non contrastée montrant une forte activité phosphatasique acide au niveau de deux vésicules d'accumulation. x 22 400.
 b, particule analogue à un lysosome, positive au test de Gomori. x 14 000.
 c et d, activité au niveau de dictyosomes. 14 000 et 22 400 x.
 e et f, activité phosphatasique acide au niveau de vacuoles contenant des débris cytoplasmiques. x 22 400.

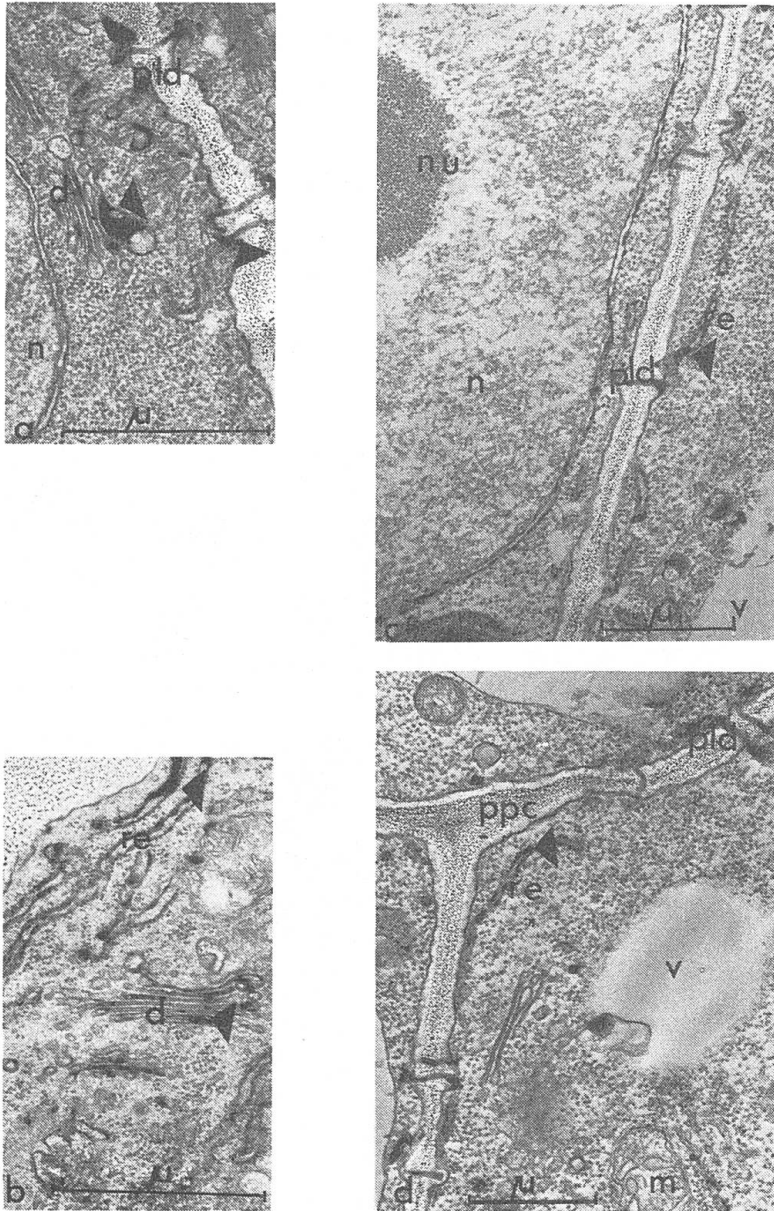


Fig. 4. — Bourgeons floraux.
 a et b, activité phosphatasique acide au niveau des dictyosomes, des profils de réticulum endoplasmique et des plasmodesmes. x 22 400.
 c et d, activité phosphatasique acide localisée sur des secteurs de réticulum endoplasmique et de membranes nucléaires, de même qu'au niveau de certains plasmodesmes. x 14 000.



Fig. 5. — Activité phosphatasique inhibée par NaF à 10^{-4} M. Aucun précipité n'est visible au niveau des vacuoles ou des cytomembranes. Les précipités observés dans le noyau (flèche) sont sans signification en ce qui concerne la phosphatase acide. x 14 000.

Des apex sont prélevés à différents stades:

- phase végétative;
- début de la phase intermédiaire puis tous les trois jours pendant la 4^e et la 5^e semaine qui suit le semis;
- d'autres apex, enfin, sont prélevés pendant les jours qui suivent le transfert en jour continu qui assure l'évocation florale.

Méthodes

Des apex sont disséqués sous loupe binoculaire puis fixés pendant deux heures dans la glutaraldéhyde à 2.5%, tamponnée par le cacodylate 0.1 M. Après lavage

dans le même tampon saccharosé (7%), les apex sont rapidement enrobés d'agar tiède puis, après refroidissement de quelques minutes au frigidaire, ils sont débités en coupe de 30 microns au moyen du sectionneur de tissus Sorvall TC-2 (SMITH & FARQUHAR, 1965).

Les coupes d'apex sont mises ensuite à incuber dans le milieu dérivé de celui de Gomori, selon MILLER & PALADE (1964), pendant des temps que cette méthode permet de ramener à une durée minimale, soit 15 à 20 minutes.

De cette manière une pénétration rapide du substrat-marqueur est assurée, tout en évitant les artéfacts de diffusion enzymatique hors de ses sites d'actions. Les études témoins sont de deux types:

1. Des tranches d'apex sont incubées en présence du milieu complet additionné de NaF à 10^{-4} M, inhibiteur de l'activité phosphatasique acide.
2. Des manipulations identiques sont en outre pratiquées sur des fragments d'apex radriculaire, de manière à pouvoir comparer la validité de la méthode avec des travaux de références (DAUWALDER & al., 1969; COULOMB & al., 1972; POUX, 1970).

Après post-fixation osmiée et déshydratation à l'acétone, les tranches d'apex sont incluses dans l'Epon puis débitées en coupes ultra-fines. Les coupes ont été contrastées généralement avec du citrate de plomb. Parfois, l'observation est pratiquée sur du matériel non contrasté (voir légende des figures).

Résultats

Activité témoin au niveau du méristème radriculaire

Le marquage de l'activité enzymatique est extrêmement précis et conforme aux images fournies par d'autres auteurs (DAUWALDER & al., 1969): sur la figure 1a, deux dictyosomes montrent une activité phosphatasique acide positive (D1 et D2); une vacuole (V) est également positive. Noter l'absence de réaction au niveau des profils de réticulum endoplasmique.

La figure 1b montre une activité strictement localisée au niveau de certains secteurs du dictyosome D.

Activité phosphatasique générale au niveau de la zone centrale du méristème apical

L'activité, d'abord faible pendant la phase végétative, s'accroît au cours de l'état intermédiaire. Des apex de 6 semaines en jours courts présentent une activité importante au niveau de la plupart des dictyosomes (fig. 3c et d).

Certaines structures très positives manifestent un caractère identique aux globules lipidiques ou aux sphérosomes, éléments dont l'ultrastructure seule permet difficilement la distinction (fig. 3a et b).

D'autres vacuoles, également positives au test de Gomori contiennent en plus du produit de réaction, des débris membranaires (lysosomes secondaires), (fig. 3e et f).

Activité phosphatasique acide générale au niveau de bourgeons floraux

Après le transfert des plantes en photopériode favorable à la floraison (jour continu), nous retrouvons, au niveau des premiers primordiums floraux, une activité phosphatasique acide plus étendue que celle enregistrée dans le compartiment lysosomal, à savoir: profils de réticulum endoplasmique, secteurs de membranes nucléaires et majorité des plasmodesmes (fig. 4).

Les rapports structuraux des cytomembranes de type nucléaire, golgien, ou provenant du réticulum endoplasmique sont démontrés, depuis quelques années (MORRÉ & al., 1971): ces faits permettent de supposer qu'un comportement identique quant à la charge enzymatique n'a rien de surprenant.

Discussion

Lors de l'examen de la localisation ultrastructurale de l'activité phosphatasique acide, l'attention a surtout porté sur d'éventuelles structures analogues aux lysosomes animaux.

L'existence de telles organelles, dans le cytoplasme végétal, n'est plus mise en doute. Elles ont été isolées et testées par voies biochimiques et cytochimiques comme le démontrent les travaux de GAHAN & MCLEAN (1969), MATILE (1968), COULOMB (1969), LIVINGSTONE & al. (1969), POUX (1970).

L'activité phosphatasique acide est considérée comme un marqueur lysosomal; on reconnaît les lieux de distribution: dictyosomes et vésicules golgiennes ainsi que les sites d'utilisation: vacuoles riches en phosphatase acide, montrent souvent des phénomènes de désagrégation d'éléments figurés du cytoplasme (vacuoles autolytiques ou lysosomes secondaires).

La signification largement admise est celle d'une auto-digestion partielle, contrôlée, alimentant le turn-over des éléments cytoplasmiques.

En dehors de ce compartiment "digestif", l'interprétation de l'activité phosphatasique acide est encore très théorique: intervention par exemple dans le métabolisme glucidique ou, dans l'anabolisme des graisses (VAN FLEET, 1952; GAHAN & MCLEAN, 1969).

Ces voies métaboliques sont supposées être importantes à certains stades critiques de la différenciation et du développement.

Au niveau du méristème d'épinard, nos observations mettent en évidence une activité phosphatasique acide importante dans la zone centrale. Il semble que le système lysosomal soit surtout concerné (golgi, vésicules, vacuoles). Cette activité paraît s'accroître à mesure que se prolonge la phase intermédiaire (LANCE, 1957; NOUGARÈDE & BERNIER, 1964), c'est-à-dire la non-expression de cette zone (méristème d'attente). Cette constatation est à première vue paradoxale: une haute

activité phosphatasique acide générale est synonyme de stade précoce de la différenciation. Or, justement, cette zone centrale à forte activité phosphatasique acide, est inhibée dans sa différenciation par le régime photopériodique défavorable à la floraison.

Nous avons montré que dans de telles conditions, cette zone peut mobiliser un maximum de cytomembranes dans un but "lysosomal", y compris les systèmes membranaires d'origine mitochondriale (AUDERSET & GREPPIN, 1974).

Au niveau des primordiums floraux, jeunes bourgeons en croissance active, l'activité phosphatasique acide du compartiment lysosomal existe mais se manifeste faiblement en regard de celle que l'on peut mettre en évidence au niveau de cytomembranes non lysosomiales: profils de réticulum endoplasmique, secteurs de membranes nucléaires et plasmodesmes.

Cette localisation peut alors être interprétée comme étant l'expression d'une activité métabolique, liée aux phénomènes de différenciation intense dont les bourgeons sont le siège.

Le problème actuel consiste surtout à accorder une signification fonctionnelle aux activités cytochimiques démasquées par le test de Gomori. Il semble donc que notre matériel permette de distinguer deux voies d'activité phosphatasique acide: l'une serait la manifestation du compartiment lysosomal, impliqué dans les processus de turn over des molécules cytoplasmiques, l'autre, concernerait surtout les phénomènes métaboliques intenses liés à la différenciation.

Une telle signification métabolique est envisagée par quelques auteurs, par exemple lors du transport des assimilats (SAUTER, 1966; GAHAN & MCLEAN, 1969; CATESSON & CZANINSKI, 1968) ou lors de sécrétion intense (FIGIER, 1968).

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AUDERSET, G. & H. GREPPIN (1974). Comportement particulier d'une population mitochondriale dans le méristème caulinaire d'épinard. *Planta* 116: 73-84.
- ARSANTO, P. (1972). Localisation infrastructurale des activités phosphatasiques acides au cours de la différenciation des tissus conducteurs de l'hypocotyle d'*Ecballium elaterium* (Cucurbitacée). *Compt. Rend. Hebd. Séances Acad. Sci.* 274: 2041-2044.
- AVERS, C. J. (1958). Histochemical localization of enzyme activities in the root epidermis of *Phleum pratense*. *Amer. J. Bot.* 45: 609-613.
- & R. GRIMM (1961). Comparative enzyme differentiation in grass roots. I. Acid phosphatase. *Amer. J. Bot.* 46: 190-193.
- CATESSON, A. M. & Y. CZANINSKI (1967). Mise en évidence d'une activité phosphatasique acide dans le réticulum endoplasmique des tissus conducteurs de Robinier et de Sycamore. *J. Microscop.* 6: 509-514.
- & Y. CZANINSKI (1968). Localisation ultra-structurale de la phosphatase acide et cycle saisonnier dans les tissus conducteurs de quelques arbres. *Bull. Soc. Franç. Physiol. Vég.* 14: 165-173.
- COULOMB, P. (1969). Mise en évidence de structures analogues aux lysosomes dans le méristème racinaire de la Courge (*Cucurbita pepo* L., Cucurbitacée). *J. Microscop.* 8: 123-138.
- C. COULOMB & J. COULON (1972). Origine et fonctions des phytolysosomes dans le méristème racinaire de la Courge (*Cucurbita pepo* L., Cucurbitacée). I. Origine des phytolysosomes relation réticulum endoplasmique — dictyosomes — phytolysosomes. *J. Microscop.* 13: 263-280.

- CZERNIK, C. A. & C. J. AVERS (1964). Phosphatase activity and cellular differentiation in Phleum root meristem. *Amer. J. Bot.* 51: 424-431.
- DAUWALDER, M., J. E. KEPHART & W. G. WHALEY (1969). Phosphatase and differentiation in Golgi apparatus. *J. Cell. Sci.* 4: 455-498.
- FIGIER, J. (1968). Localisation infrastructurale de la phosphomonoestérase acide dans la stipule de *Vicia faba* L. au niveau du nectaire. *Planta* 83: 60-79.
- FOSKET, D. E. & J. P. MIKSCH (1966). A histochemical study of the seedling shoot apical meristem of *Pinus Lambertiana*. *Amer. J. Bot.* 53: 694-702.
- GAHAN, P. B. & J. MCLEAN (1969). Subcellular localization and possible functions of acid β -Glycerophosphatases and naphthol esterases in plant cells. *Planta* 89: 126-135.
- LANCE, A. (1957). Recherches cytologiques sur l'évolution de quelques méristèmes apicaux et sur ses variations provoquées par des traitements photopériodiques. *Ann. Sci. Nat. Bot.* 18: 91-421.
- LIVINGSTON, D. C., M. M. COOMBS, L. M. FRANKS, P. B. GAHAN & V. MAGGI (1969). A lead phtalocyanin method for the demonstration of acid hydrolases in plant and animal tissues. *Histochem.* 18: 43-60.
- MATILE, P. (1968). Lysosomes of root tip cells in corn seedlings. *Planta* 79: 181-196.
- MIA, A. & S. PATHAK (1968). A histochemical study of shoot apical meristem of *Rauwolfia* with reference to differentiation of sclereids. *Canad. J. Bot.* 46: 115-120.
- MILLER, F. & G. E. PALADE (1964). Lytic activities in renal protein absorption droplets. *J. Cell Biol.* 23: 519-552.
- MORRE, D., W. MERRIT & C. LEMBI (1971). Connection between mitochondres and endoplasmic reticulum in rat liver and onion stem. *Protoplasma* 73: 43-49.
- NOUGARÈDE, A. & G. BERNIER (1964). *The intermediate phase in photoperiodic and vernalizable plants: its signification*. Congrès sur la Morphogenèse, Prague.
- POUX, N. (1970). Localisation d'activités enzymatiques dans le méristème radicaire de *Cucumis sativus* L. III. Activité phosphatasique acide. *J. Microscop.* 9: 407-434.
- SAUTER, J. (1966). Untersuchungen zur physiologie der Pappelholzstrahlen. II. Jahresperiodische Anderrungen der Phosphataseaktivität im Holzstrahlen-parenchym und mögliche Bedeutung für den Kohlenhydrastoffwechsel und den aktiven Assimilattransport. *Z. Pflanzenphysiol* 55: 349-362.
- SMITH, R. & M. FARQUHAR (1965). Preparation of non frozen sections for electron microscope cytochemistry. *Sci. Industr. News* 10: 13-18.
- VAN FLEET, D. S. (1952). Histochemical localization of enzymes in vascular plants. *Bot. Rev.* 18: 354-398.

