

Zeitschrift: Saussurea : journal de la Société botanique de Genève
Herausgeber: Société botanique de Genève
Band: 10 (1979)

Artikel: Caractérisation immunochimique de l'état végétatif et floral de la feuille de l'épinard
Autor: Balet-Buron, Annie / Greppin, Hubert
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1099274>

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: 17.04.2026

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

Caractérisation immunochimique de l'état végétatif et floral de la feuille de l'épinard

ANNIE BALET-BURON
&
HUBERT GREPPIN

RÉSUMÉ

BALET-BURON, A. & H. GREPPIN (1979). Caractérisation immunochimique de l'état végétatif et floral de la feuille de l'épinard. *Saussurea* 10: 1-9. En français. résumé anglais.

La structure antigénique des feuilles de l'épinard à l'état végétatif ou induit à fleurir par voie photopériodique, thermique et hormonale a été déterminée. Deux antigènes sont toujours associés à l'état floral (C, D) et deux autres à l'action de la photopériode courte (E) et longue (F).

ABSTRACT

BALET-BURON, A. & H. GREPPIN (1979). Immunochemical characterization of vegetative and floral state in spinach leaf. *Saussurea* 10: 1-9. In French, English abstract.

The antigenic structure of spinach leaves is determined at the vegetative state or after photoperiodic, thermic and hormonal induction to flowering. Two antigens are associated always with floral state (C, D) and two other with short (E) and long (F) photoperiodic action.

INTRODUCTION

Lors de deux études précédentes (BALET-BURON & GREPPIN, 1976, 1977) il a été mis en évidence l'impossibilité de caractériser, par voie immunochimique, l'acquisition de l'état induit par la feuille de l'épinard, après traitement photopériodique (transfert de jours courts de 8 heures en lumière continue) ou chimique (acide gibbérellique, acétylcholine).

Ainsi, à partir d'une plante à l'état végétatif (4 semaines de culture en jours courts de 8 heures de lumière) il faut attendre, lors d'un transfert en lumière continue, environ 20 heures d'éclairage total pour voir apparaître des protéines spécifiques nouvelles (détection immunochimique: BALET-BURON & GREPPIN, 1977), caractéristiques de l'état floral de la feuille, alors même que l'induction a commencé dès la douzième heure de lumière (photopériode critique).

La question de l'implication de nouvelles protéines spécifiques foliaires lors de l'induction florale étant toujours ouverte (OTA & UMEMURA, 1970; SHERWOOD & al., 1971; STILES & DAVIES, 1976; SAWHNEY & al., 1976) nous avons jugé utile de compléter l'information déjà recueillie à ce sujet sur l'épinard.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les conditions de culture de l'épinard (*Spinacia oleracea*, var. Nobel) dans le phytotron du Laboratoire de physiologie végétale ont déjà été décrites précédemment (BALET-BURON & GREPPIN, 1977). Nous avons utilisé des plantes ayant subi différents traitements:

1. Plantes de jours courts (PJC): culture pendant 4 semaines sous 8 heures de lumière blanche et 16 d'obscurité, à la température de 20°C (état végétatif).
2. Plantes de jours longs (PJL): culture pendant 4 semaines en lumière blanche continue, à la température de 20°C (état floral).
3. Plantes cultivées en jours courts pendant 4 à 6 semaines à la température de 10°C (PJC): état floral.
4. Plantes transférées de jours courts (4 semaines, 20°C) en lumière blanche continue (PJCT); des prélèvements sont faits après un nombre d'heures variable (induction des feuilles dès 12 heures de lumière; acquisition de l'état floral après 18 heures de lumière).

Sur d'autres lots de plantes, dès le début de la phase lumineuse du jour court précédant le transfert en lumière continue, nous avons vaporisé toutes les 4 heures sur les feuilles, à raison de 1 ml par plante, les solutions suivantes:

- a) D thréochloramphénicol: $1,5 \cdot 10^{-3}$ M (CAP);
- b) cycloheximide: $2 \cdot 10^{-5}$ M (CH);
- c) 3 (3,4 dichlorophényl) - 1, diméthylurée: $5 \cdot 10^{-5}$ M, $5 \cdot 10^{-4}$ M, 10^{-3} M (DCMU),

Quelques gouttes de Triton X 100 sont ajoutées aux solutions pour faciliter la pénétration dans la feuille. Le traitement est répété jusqu'au maximum de 68 heures et des plantes sont prélevées régulièrement après 24, 48 et 72 heures.

5. Des plantes cultivées 4 semaines en jours courts ont reçu sur leurs feuilles (1 ml par plante toutes les 4 heures) les traitements hormonaux suivants:

- a) acide gibbérellique: $1,4 \cdot 10^{-3}$ M (AG);
- b) chlorure d'acétylcholine: $5 \cdot 10^{-3}$ M (ACH);
- c) acide indolylacétique: $1,2 \cdot 10^{-4}$ M (AIA).

Quelques gouttes de Triton X 100 sont ajoutées aux solutions et les plantes sont prélevées après 24, 48 et 72 heures. La culture est faite à 20°C.

6. Des plantes de jours longs (4 semaines 20°C) sont transférées 1 semaine en jours courts (étude du degré de réversion de l'état floral) puis mises à nouveau en jours continus (transfert inducteur mimé: TIM; étude de l'action du photopériodisme *per se*). Les plantes sont examinées après la semaine de jours courts ainsi que 24 heures après le transfert mimé de jours courts en jours longs.
7. Des traitements chimiques identiques à ceux indiqués sous 4 et 5 et selon la même procédure ont été faits sur les bourgeons caulinaires seulement ou sur la zone correspondante après excision. L'état des feuilles est examiné après 24, 28 et 72 heures. Il en est de même des méristèmes lorsqu'ils sont présents.

Analyse immunochimique

Les extraits antigéniques de protéines foliaires solubles (20 mg/ml) sont préparés selon la méthode déjà décrite précédemment (BALET-BURON & GREPPIN, 1976, 1977); il en est de même de la préparation des immunosérums (lapins) anti-protéines de PJJ et de PJC et de la technique immuno-électrophorétique.

Examen des méristèmes caulinaires

L'état végétatif, évoqué ou floral du méristème a été observé sur des coupes semi-fines ou ultra-fines, après fixation et examen en microscopie optique ou électronique, selon les méthodes classiques (AUDERSET, 1974).

RÉSULTATS

Effets de la température en jours courts (feuilles)

Que la plante soit cultivée à 10°C ou à 20°C, en jours courts, on obtient une réponse immuno-électrophorétique identique avec un immunosérum anti-PJC (cf. tableau 1 et fig. 1; BALET-BURON & GREPPIN, 1977); au contraire, si la révélation est faite avec un immunosérum anti-PJJ, les arcs *CD* (cf. fig. 1) apparaissent comme chez les plantes à l'état floral (jours longs, 20°C), tandis qu'ils sont absents

Traitements	Antigènes	JC 20°C	JL* 20°C	JC* 10°C	JC 20°C			Transfert JC → JL				Transfert mimé*		
					AG*	ACH*	AIA	24 h*	DCMU	*CH	*CAP	JL → JC	JL → JC → JL	
Anticorps JL	Antigènes communs	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Anticorps JC	non sp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Tabl. 1. — Structure antigénique des feuilles à l'état végétatif et floral.

JC: jours courts de 8 heures. JL: lumière continue. Les différents composés antigéniques (communs et régulièrement présents dans tous les états) spécifiques à la photopériode courte (E) ou continue (F), à l'état floral quel que soit le mode d'induction (photopériodique, thermique, hormonal: C, D); non spécifiques (variables selon les circonstances), sont révélés (+) ou non (-) ou sont quelquefois révélés (\pm) par des immunosérums de plantes à l'état floral (4 semaines JL) et à l'état végétatif (4 semaines JC). Les feuilles analysées sont traitées de la manière suivante: 4 semaines JC à 20°C (état végétatif); 4 semaines JL à 20°C (état floral); 4 semaines JC à 10°C (état floral); traitement des feuilles en JC par l'acide gibbérélique, l'acétylcholine, l'acide indolylacétique; transfert de JC en JL: état floral après 24 h de lumière, traitement des feuilles par le DCMU, CH, CAP (24 h, 48 h, 72 h); transfert mimé: après 4 semaines de JL, passage pendant 1 semaine en JC puis transfert en JL (24 h). * = méristème caulinaire à l'état floral.

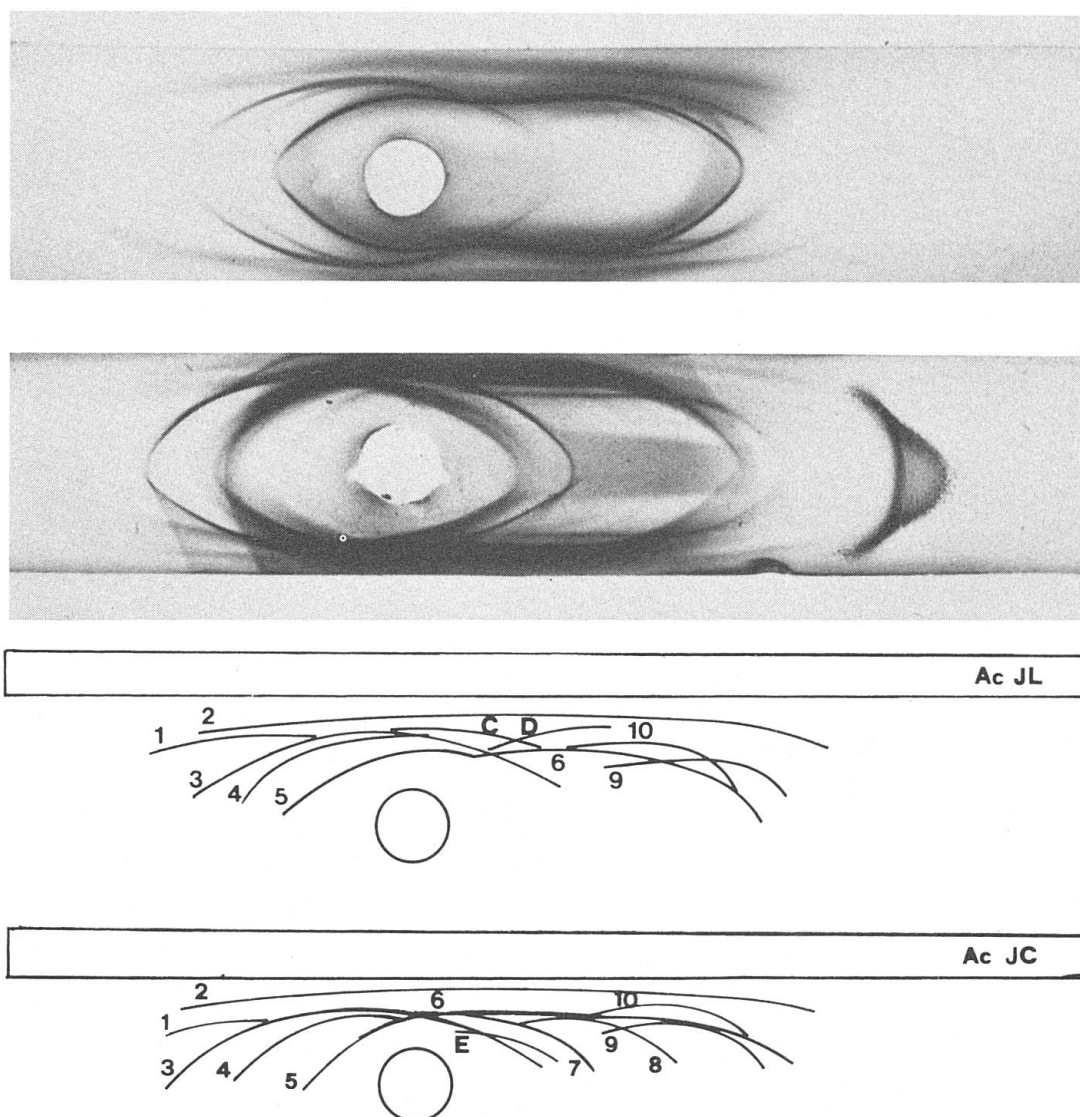


Figure 1. — Immuno-électrophorèse d'extraits antigéniques de feuilles de plantes en jours courts, induites par traitement thermique (10°C). La révélation est faite par des immunosérums contre des feuilles à l'état floral (JL) ou à l'état végétatif (JC).

chez les PJC cultivées à 20°C dont le méristème est maintenu à l'état végétatif (AUDERSET, 1974). L'arc *E* semble spécifique à la photopériode courte.

Le traitement à 10°C provoque l'induction florale des plantes, même en jours courts, comme l'atteste l'examen du méristème apical (disparition de la zonation centro-latérale et stimulation de l'activité mitotique de la zone centrale) de même que la réponse immuno-chimique foliaire (arcs *CD*). L'arc *F* semble spécifique à la photopériode continue et n'apparaît donc pas dans les deux cas suivants: état végétatif en jours courts (20°C) et état floral dans les mêmes conditions photopériodiques (10°C).

Effets du transfert inducteur mimé (feuilles)

Après 4 semaines de lumière continue, dès la germination, la différenciation florale du méristème est totale et le transfert de ces plantes même pendant une semaine en jours courts ne permet pas la réversion de l'état tant au niveau méristématique que foliaire (cf. tableau 1); nous constatons le maintien des arcs *CD*. L'arc *F*, sous dépendance photopériodique, a disparu, mais la néosynthèse de cette protéine est très rapide puisque 24 heures de transfert de jours courts en jours continus sont suffisantes pour voir réapparaître le précipité immunochimique spécifique. Par contre, la capacité de synthétiser la protéine *E*, spécifique à la photopériode courte, semble avoir été perdue, les plantes étant très avancées dans le développement reproducteur et la sénescence.

Action de divers traitements chimiques sur la feuille

Il est possible par voie chimique (acide gibbérellique, acétylcholine) d'induire la plante à fleurir ou du moins de permettre l'évocation du méristème caulinaire même dans des conditions photopériodiques défavorables (jours courts). Nous observons (cf. tableau 1) des réponses immunochimiques identiques à celles décrites chez les plantes cultivées à 10°C (induction florale par voie physique). La comparaison peut se faire avec des plantes de jours longs ou transférées de jours courts en jours longs (plus de 18 h), à l'exception des protéines *F* et *E* liées vraisemblablement à l'action photopériodique *per se*. L'auxine (AIA) n'a pas d'effet.

Le DCMU, inhibiteur classique de la floraison chez les plantes de jours longs, empêche la formation des protéines liées à l'état floral (cf. tableau 1). Il n'empêche pas, même à dose sublétale l'apparition de l'arc *F* et la disparition de l'arc *E*. Le contrôle de ces deux protéines, liées strictement à la photopériode, se ferait donc par des voies différentes.

L'application de cycloheximide ou de chloramphénicol sur les feuilles de plantes transférées de jours courts en lumière continue empêche la formation des protéines spécifiques de l'état floral (*C*, *D*) ainsi que celle liée à la photopériode (*F*). La protéine *E* (caractéristique du jour court) disparaît rapidement. Si l'expression florale a été empêchée dans la feuille sous l'action d'un inhibiteur de la transcription, l'examen du méristème caulinaire montre que celui-ci est bien évoqué (BALET-BURON & GREPPIN, 1977).

Comparées aux protéines de "ménage" (antigènes communs) les protéines *DC* d'une part, *FE* d'autre part, présentent une grande sensibilité aux composés chimiques utilisés dans nos expériences. Le déclenchement ou l'arrêt de leur synthèse est rapide, de même que la vitesse de leur disparition. La spécificité du contrôle de *C*, *D* par rapport à *F* et *E* n'est certainement pas la même.

Le méristème

La simple destruction du méristème caulinaire au début ou à la fin de la photopériode ne perturbe pas les réponses immunochimiques de la feuille telles qu'elles

Traitements		JC 20°C				Transfert JC → JL 20°C				
		JC	AG	ACH	AIA	24 h	DCMU	CH	CAP	
Anticorps JL	1	+								
	2	(+)								
	3	(+)								
	communs	5	(+)	id.	id.	id.	id.	id.	id.	id.
		6	(+)							
	9	(+)								
	10	(+)								
	sp.	C	(-)	id.	id.	id.	id.	id.	id.	id.
		D	(-)							
		F	(-)							
Anticorps JC	non sp.	4	(+)	(±)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	
		7	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	
	communs	8	(±)	(+)	(+)	(-)	(+)	(+)	(+)	
		10	(+)							
	sp.	1	(+)							
		2	(+)							
		3	(+)							
		communs	5	(+)	id.	id.	id.	id.	id.	id.
			6	(+)						
		9	(+)							
10		(+)								
E		(+)	id.	id.	id.	id.	id.	id.	id.	
non sp.	4	(-)	(-)	(±)	(+)	(+)	(±)	(±)	(-)	
	7	(-)	(+)	(+)	(+)	(±)	(±)	(-)	(-)	
	8	(-)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(-)	

Tabl. 2. — Structure antigénique des feuilles après différents traitements lumineux.

Les hormones et les inhibiteurs sont déposés sur le méristème ou sur son emplacement après excision () ; les observations sont faites après 24, 48 et 72 h.

ont été observées auparavant. Il en est de même si l'on dépose divers inhibiteurs ou hormones sur la partie apicale avant ou après la destruction du méristème caulinaire (cf. tableau 2; BALET-BURON & GREPPIN, 1977). Ces résultats montrent que l'état de la feuille n'est pas tributaire, du moins pendant un certain temps (48 à 72 heures de traitement) de l'état du méristème. Celui-ci n'est pas nécessaire à l'induction de la synthèse des protéines foliaires caractéristiques de l'état floral ou du type de photopériode utilisés (jour court, jour long).

DISCUSSION

Dans une étude immunochimique précédente (BALET-BURON & GREPPIN, 1977) la comparaison des réactions homologues et hétérologues avait permis d'établir que l'arc *E* apparaissant contre un immunosérum de plante cultivée en jours courts permettait de caractériser ce type de plante maintenu à l'état végétatif. Les arcs *C*, *D*, *F* liés au transfert en lumière continue caractérisaient le développement reproducteur de la plante.

L'utilisation des voies connues, physiques ou chimiques, pour induire ou inhiber la floraison chez l'épinard (photopériode, température, hormones, DCMU, etc.) permet de mieux définir ce qui est strictement associé à l'acquisition de l'état floral. Ainsi les arcs *E* et *F* ne sont pas liés à cette acquisition mais au traitement photopériodique court ou long; par contre les arcs *C* et *D* sont strictement liés au développement reproducteur puisqu'ils sont toujours présents, quels que soient les traitements (inhibiteurs de la biosynthèse des acides nucléiques exceptés) utilisés pour avoir le méristème caulinaire à l'état floral. Il est donc possible de caractériser clairement, par voie immunochimique, l'état végétatif et floral de la feuille.

Il n'est toutefois pas possible, comme nous l'avons vu précédemment (BALET-BURON & GREPPIN, 1976, 1977) par ce moyen, de déterminer l'induction florale de la plante puisque celle-ci commence dès la photopériode critique (12 heures pour l'épinard), alors que la réponse immunochimique caractéristique n'est évidente qu'après 18 heures de lumière. Ceci est en faveur de l'idée que l'état induit de la feuille, amenant un tout petit peu plus tard (quelques heures) l'évocation du méristème à laquelle fera suite l'embryogenèse florale, ne semble pas nécessiter la biosynthèse de protéines spécifiques nouvelles. Ces dernières apparaissent tardivement dans la feuille (plus de 6 heures après l'initiation de l'induction). Il en est peut-être de même dans le méristème, dans un premier temps (1 à 3 heures après la photopériode critique: début de l'évocation florale).

Si l'état floral de la feuille et du méristème (celle-la l'acquérant indépendamment de celui-ci) est caractérisable par des protéines spécifiques nouvelles, l'acquisition de l'état induit qui permettra le passage à l'état floral proprement dit n'est tributaire que des mécanismes de régulation immédiate ou rapide et ne se distingue pas sur le plan immunochimique de l'état végétatif. Des expériences récentes faites sur le *Perilla* (plante de jour court) donne des résultats similaires nous autorisant peut-être à généraliser cette conception. Chez l'épinard, il nous est toutefois possible de caractériser l'état induit par des tests biophysiques et biochimiques sur des plantes

soumises à différentes perturbations du milieu (GREPPIN & al., 1978; KAREGE & al., 1979; LENK & al., 1980). L'absence de néosynthèse de protéines spécifiques ne signifie pas nécessairement l'absence de fabrication de substances nouvelles durant la phase d'induction.

La réponse identique quant à la caractérisation de l'état floral foliaire, que l'induction soit obtenue par voie photopériodique, thermique ou chimique est en faveur d'une voie identique dans le processus de floraison. Un changement d'état et une réorganisation du système membranaire pourrait être le point d'application des facteurs que nous venons de citer. A ce niveau un résultat identique (structuration des récepteurs, degré de fluidité, etc.) serait obtenu par des voies différentes (température, lumière, hormones, sels minéraux, etc.).

La séparation et l'isolement des immunoprotéines C et D va nous permettre une approche cytochimique de la floraison.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AUDERSET, G. (1974). *Etude du méristème caulinaire de Spinacia oleracea à l'état végétatif et floral*. Thèse, Univ. Genève.
- BALET-BURON, A. & H. GREPPIN (1976). Etude immunochimique de l'induction photopériodique chez *Spinacia oleracea*. *Saussurea* 7: 65-72.
- & H. GREPPIN (1977). Etude immunochimique de l'induction florale chez *Spinacia oleracea*. *Saussurea* 8: 57-64.
- GREPPIN, H., G. AUDERSET, M. BONZON & C. PENEL (1978). Changement d'état membranaire et mécanisme de la floraison. *Saussurea* 9: 83-101.
- KAREGE, F., C. PENEL & H. GREPPIN (1979). Reaction of a peroxidase activity to red and far red light in relation to the floral induction of spinach. *Pl. Sci. Letters*, sous presses.
- LENK, R., M. BONZON, P. DESCOUTS & H. GREPPIN (1980). Nuclear magnetic resonance studies on the flowering process in spinach leaves. En préparation.
- COTA, Y. & K. UMEMURA (1970). Specific RNA produced in photoperiodically induced cotyledons of *Pharbitis nil* seedlings. In: G. BERNIER, *Cellular and Molecular Aspects of Floral Induction*: 224-240. Longmans, London.
- SAWHNEY, S., N. SAWHNEY & K. K. NANDA (1976). Gel electrophoretic studies of proteins in photoinduced and vegetative plants of *Impatiens balsamina*. *Pl. Cell Physiol.* 17: 751-755.
- SHERWOOD, S. B., J. O. EVANS & C. ROSS (1971). Gel electrophoresis studies of proteins from leaves of photoperiodically induced and vegetative Cockerbur plants. *Pl. Cell Physiol.* 12: 111-116.
- STILES, J. I. & P. J. DAVIES (1976). Qualitative analysis by iso-electric focusing of the protein content of *Pharbitis nil* apices and cotyledons during floral induction. *Pl. Cell Physiol.* 17: 855-857.

