

**Zeitschrift:** Saussurea : journal de la Société botanique de Genève  
**Herausgeber:** Société botanique de Genève  
**Band:** 8 (1977)

**Artikel:** Étude immunochimique de l'induction florale chez *Spinacia oleracea*  
**Autor:** Balet-Buron, Annie / Greppin, Hubert  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1099285>

### **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>**

# Etude immuno-chimique de l'induction florale chez *Spinacia oleracea*

ANNIE BALET-BURON & HUBERT GREPPIN

## Résumé

BALET-BURON, A. & H. GREPPIN (1977). Etude immuno-chimique de l'induction florale chez *Spinacia oleracea*. *Saussurea* 8: 57-64.

Aucune protéine spécifique ne semble associée à l'acquisition de l'état induit, source du "stimulus floral". L'induction photopériodique étant faite, la feuille entre en développement reproducteur, caractérisé par des protéines spécifiques, que le méristème apical soit présent ou non. Celui-ci a besoin d'un apport de la feuille pour engager le processus de floraison.

## Abstract

BALET-BURON, A. & H. GREPPIN (1977). Immuno-chemical study of the floral induction in *Spinacia oleracea*. *Saussurea* 8: 57-64. In French.

No specific protein seems to be associated with the induced state, the source of the "flowering stimulus". After photoperiodic induction, the leaf beings reproductive development which is then characterized by specific proteins whether or not the shoot apex is present. This apex, however, needs the leaves for the flowering process.

## Introduction

Dans une étude préliminaire, il est apparu que le transfert en photopériode inductive ne semblait pas mettre en jeu, dans les feuilles de l'épinard, des protéines spécifiques nouvelles à celles existant en jours courts (8 h de lumière), ceci du moins, durant la dizaine d'heures suivant le transfert en lumière continue (BALET-BURON & GREPPIN, 1976; BAULT & GREPPIN, 1976). Durant cette période, il est possible de détecter l'acquisition de l'état induit au moyen de tests photobiologiques: photostimulation immédiate de l'activité peroxydasique (PENEL & GREPPIN, 1973, 1974), biopotentiels électriques photostimulés (GREPPIN & al., 1973; GREPPIN & HORWITZ, 1975), etc.

La détection de l'état induit des feuilles se fait habituellement par l'examen de l'état du méristème apical qui, soumis au "stimulus floral" d'origine foliaire, orientera son mode de fonctionnement vers la voie florale, traduisant ainsi le changement d'état des feuilles et le passage du développement végétatif au développement reproducteur (AUDERSET & GREPPIN, 1976, 1977); l'évocation (EVANS, 1969) du méristème a lieu au moins après une quinzaine d'heures de transfert en lumière continue (AUDERSET, 1974).

Si, dans un premier temps, l'acquisition par la feuille de l'état induit ne semble être lié qu'à des mécanismes de régulation immédiate ou à court terme, par la suite elle manifeste l'entrée en développement reproducteur de la plante par la production de nombreuses protéines nouvelles et spécifiques.

Nous nous sommes attachés, par le biais d'améliorations techniques, à mieux caractériser ces divers événements, d'autre part à préciser les relations entre la feuille et le méristème caulinaire.

## Matériel et méthodes

### 1. Conditions de culture et de récolte

Les conditions de culture des épinards (*Spinacia oleracea*, var. Nobel) dans les cellules du phytotron du Laboratoire de physiologie végétale sont les suivantes:

- température 20°C; éclairement au niveau des plantes, 6000 lux (tubes Sylvania daylight 40 W); photopériode de jour court (8 h de lumière/16 h d'obscurité) ou lumière continue; humidité relative 70% pendant la période lumineuse et 50% pendant l'obscurité.

Après 4 semaines de croissance en jours courts, des lots de 4 plantes maintenues à l'état végétatif sont transférées en lumière continue. Les différentes conditions expérimentales sont:

- transfert en condition lumineuse inductive sans traitement préalable;
- dépôt préalable d'une goutte de solution de cycloheximide  $2.10^{-5}$ M sur chaque bourgeon apical à intervalle de 4 heures dès le début de l'éclairement.
- destruction préalable du méristème caulinaire au début de la période lumineuse.

Les feuilles sont récoltées après 8 h, 12 h et 16 h de transfert, soit respectivement 16, 20 et 24 heures de lumière totale (la photopériode critique est d'environ 11 heures). L'expérience a été renouvelée 3 fois.

### 2. Extraction des antigènes

On prépare des extraits antigéniques de protéines solubles (20 mg/ml) selon la méthode déjà décrite (BALET-BURON & GREPPIN, 1976) à partir de feuilles de plantes transférées dans les différentes conditions expérimentales étudiées, ou laissées en jours courts (maintenues à l'état végétatif); des plantes cultivées en jours continus pendant 4 semaines (plantes à l'état floral) sont aussi utilisées.

### 3. Analyse immunochimique

Nous avons immunisé des lapins d'une part avec des extraits antigéniques de protéines solubles de feuilles d'épinards à l'état floral, c'est-à-dire cultivés pendant

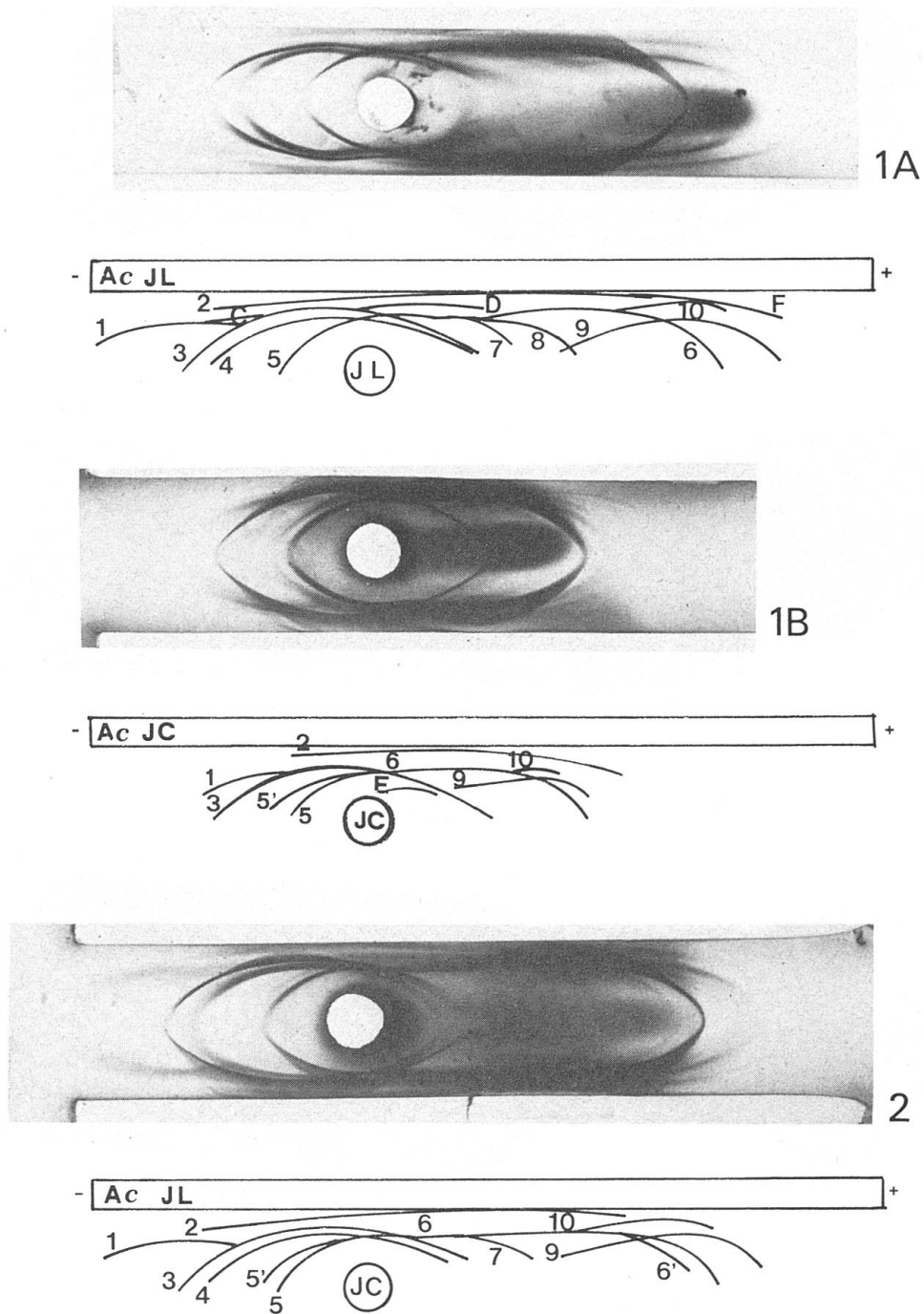


Fig. 1. - Immuno-électrophorèses d'extraits antigéniques de feuilles de plantes à l'état floral (JL): A, et de plantes à l'état végétatif (JC): B, révélés par l'immunosérum homologue.  
 Fig. 2. - Immuno-électrophorèse d'extrait antigénique de feuilles de plantes à l'état végétatif (JC) révélé par un immunosérum anti-feuilles à l'état floral.

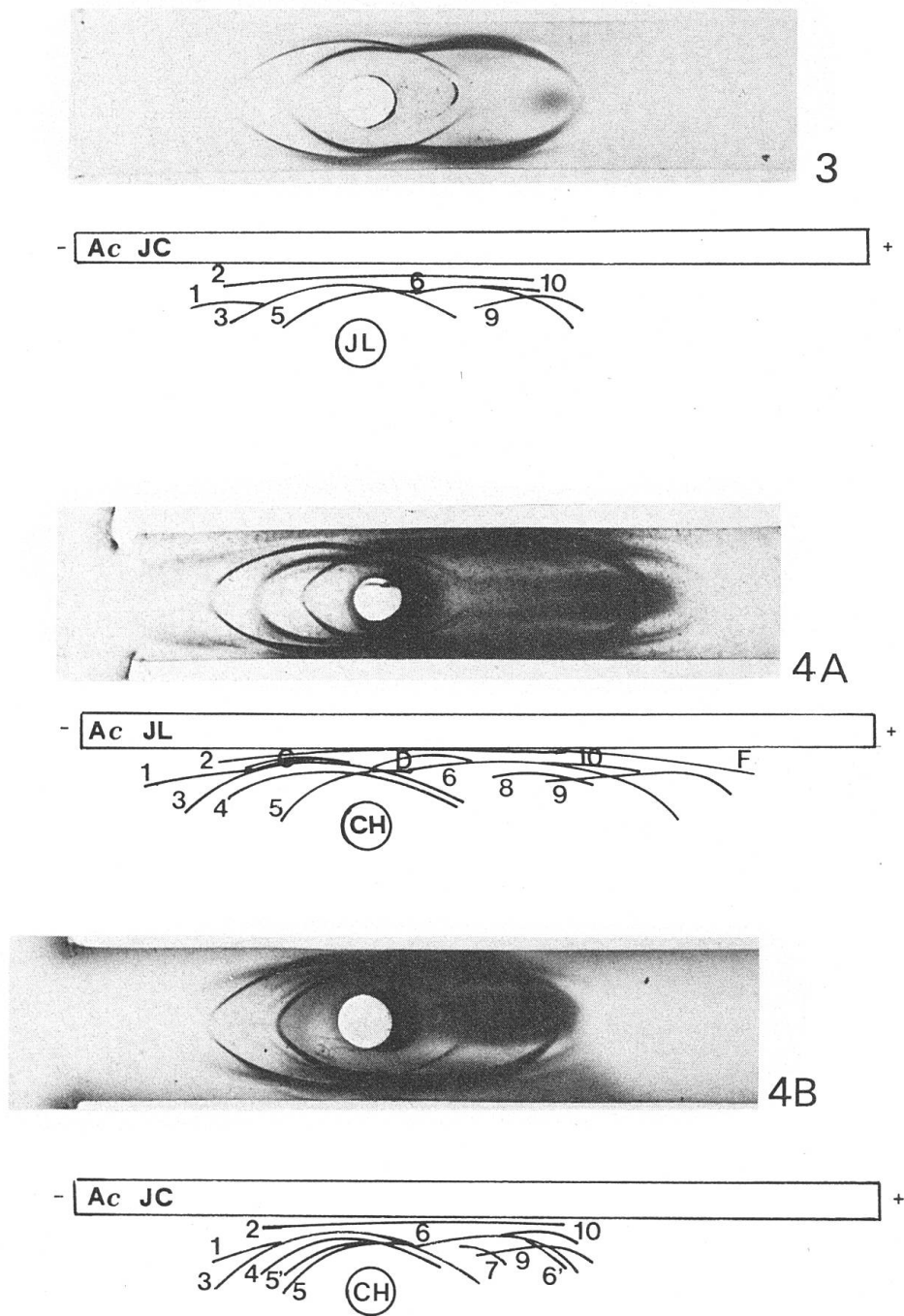


Fig. 3. — Immuno-électrophorèse d'extrait antigénique de feuilles à l'état floral (JL) révélé par un immunosérum anti-feuilles végétatives (JC).

Fig. 4. — Immuno-electrophorèses d'extraits antigéniques de feuilles de plantes cultivées en jours courts dont l'apex est traité à la cycloheximide au cours du transfert inducteur, à partir de 12 heures de lumière supplémentaire (CH). Les arcs de précipitation sont révélés par les deux types d'antisérum.

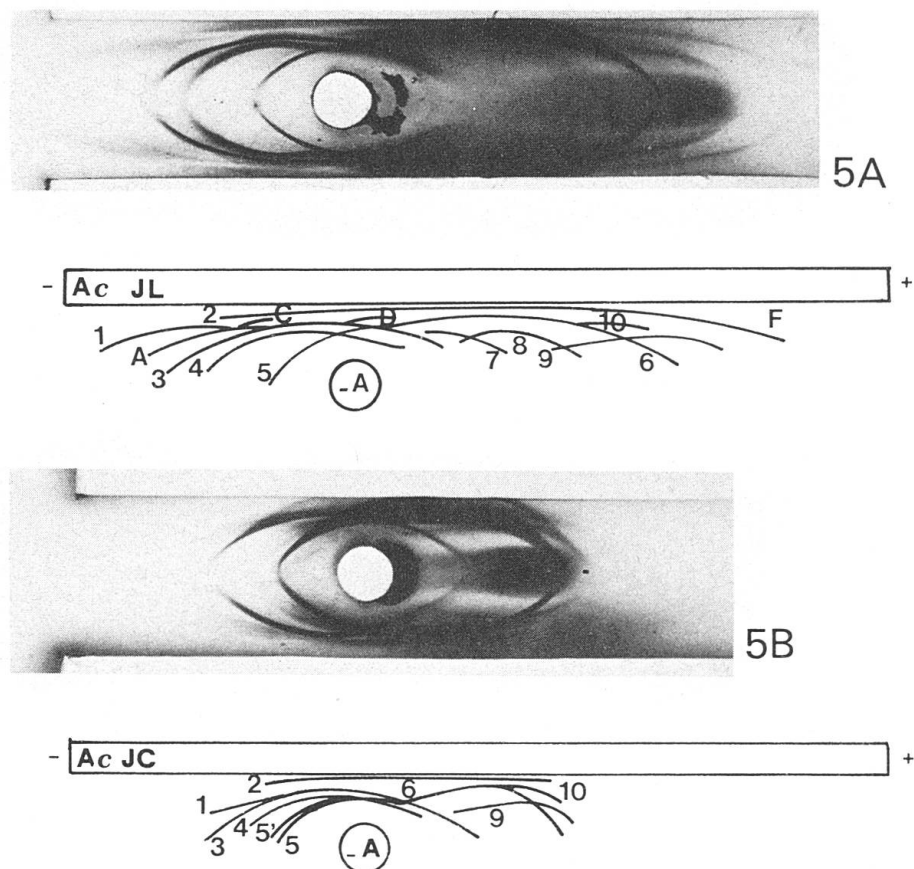


Fig. 5. — Immuno-électrophorèses d'extraits antigéniques de feuilles de plantes de jours courts transférées en lumière continue pendant 16 heures et dont l'apex a été détruit au début de ce transfert (-A). Les arcs de précipitation sont révélés par les deux types d'immunosérum.

4 semaines en jours continus, et d'autre part avec des extraits de feuilles d'épinards de même âge maintenus à l'état végétatif par une photopériode courte (8 h de lumière). Les immunosérums anti-protéines sont préparés dans les conditions précédemment décrites (BALET-BURON & GREPPIN, 1976); il en est ainsi des conditions d'immuno-électrophorèse.

## Résultats et discussion

### 1. Caractérisation des états végétatif et floral

Les réactions homologues donnent la structure antigénique propre aux deux états des plantes âgées de 4 semaines. La figure 1 montre que l'état floral est caractérisé par 13 arcs de précipitation tandis que les plantes maintenues à l'état

végétatif n'ont que 9 arcs avec l'immunosérum correspondant. Ces résultats montrent donc que les feuilles des plantes à l'état floral sont plus riches en composés antigéniques que celles à l'état végétatif, confirmant ainsi les résultats obtenus dans une étude précédente avec des immunosérums obtenus à partir de plantes à l'état floral (BALET-BURON & GREPPIN, 1976).

L'immuno-électrophorèse de l'extrait de feuilles de plantes végétatives, révélé avec les anti-corps anti-protéines de feuilles de plantes à l'état floral, donne 11 arcs (fig. 2). Dans cette réaction hétérologue, seul les composés antigéniques communs avec les feuilles de type "floral et végétatif" apparaissent. Les arcs *C*, *D* et *F* caractérisent donc les fractions protéiques des feuilles de plantes cultivées en jours continus pendant 4 semaines (développement reproducteur: état floral).

La réaction croisée entre les composés antigéniques des feuilles à "l'état floral" contre un immunosérum anti-feuilles de plantes végétatives donne 7 arcs de précipitation (fig. 3). L'arc *E* qui n'apparaît que dans le cas de la réaction homologue caractérise donc "l'état végétatif" de la feuille.

Le tableau 1 résume les résultats et permet de classer les composés antigéniques en 3 catégories; on observe, en effet, que 7 arcs apparaissent quel que soit le type de réaction: ces antigènes caractérisent donc la feuille quelles que soient les conditions de culture. D'autres arcs n'apparaissent que dans un système de réactions homologues et sont spécifiques d'un état. Les autres arcs n'apparaissent pas dans un système de réaction bien défini, leur présence varie selon les conditions contingentes (l'arc n° 4 dépend par exemple de la date de l'extraction).

## 2. Effets du transfert

Avec les extraits antigéniques de plantes transférées de jours courts en jours continus, on observe le type de réaction associé à l'état végétatif jusqu'à la 8<sup>e</sup> heure de lumière supplémentaire soit pour un total de 16 heures d'éclaircissement. A partir de la 20<sup>e</sup> heure d'exposition à la lumière (JC + 12 h lumière) on obtient une réponse immuno-électrophorétique caractéristique des plantes à l'état floral (tabl. 1). Une réponse identique est obtenue si on traite les apex à la cycloheximide avant le transfert (fig. 4). Si on décapite les plantes au moment du transfert la réponse foliaire de type "floral" apparaît dès la 24<sup>e</sup> heure de lumière totale bien que le méristème apical soit détruit (fig. 5).

Le passage de l'état végétatif à l'état floral se caractérise par la perte de l'antigène *E* et par l'acquisition d'autres, à savoir *C*, *D* et *F*, selon que l'électrophorèse est révélé avec un immunosérum obtenu à partir de plante cultivée en jours courts ou en jours continus. Après photo-induction, on obtient une réponse de type floral seulement à partir de la 12<sup>e</sup> heure de lumière supplémentaire.

Ces résultats confirment bien que le processus de l'induction photopériodique (qui commence dès la 3<sup>e</sup> heure de transfert) ne met pas en jeu une synthèse de protéines nouvelles spécifiques, et que l'apparition de celles-ci, 12 heures après la fin du transfert, caractérise l'entrée en développement reproducteur de l'ensemble de la plante.

L'application de la cycloheximide (inhibiteur de la transcription) sur l'apex intact n'empêche pas "l'expression florale" de se réaliser au niveau des protéines foliaires, tandis que l'application du chloramphénicol sur les feuilles l'inhibe (BALET-BURON & GREPPIN, 1976), tout en permettant l'évocation du méris-

Antigènes	Antisérums de JL						Antisérums de JC					
	JC	JC + Transfert	JL	JL	JL	JL	JC	JC + Transfert	JL	JL	JL	JL
	8 h lum	T 20 h lum	-A 24 h lum	+CH 20 h lum	24 h lum	24 h lum	8 h lum	T 20 h lum	-A 24 h lum	+CH 20 h lum	24 h lum	24 h lum
1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
5	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
6	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
9	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
10	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
C	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
D	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
F	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
E	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
4	±	+	+	±	+	+	-	-	-	+	+	+
7	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	±
8	±	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
A	-	-	+	±	±	±	-	-	-	-	-	-
5'	±	-	+	±	±	±	±	-	±	±	±	±
6'	±	-	-	-	-	-	-	+	±	±	-	±

Tabl. 1. — Structure antigénique des différents états des feuilles.

Les différents composés antigéniques sont révélés (+) ou non (-) ou sont quelquefois révélés (±) par des immunosérums de plantes à l'état floral (JL) et à l'état végétatif (JC). Les plantes analysées sont traitées de la manière suivante: JC (8 h de lumière); plantes à l'état végétatif en fin de période de lumière. T (20 h de lumière); plantes de jour court transférées pendant 12 heures minimum (soit 20 h de lumière totale). -A (24 h de lumière); plantes de jour court sans apex ayant reçu au moins 24 h de lumière continue (16 h de transfert). +CH (20 h de lumière); plantes de jour court traitées à la cycloheximide et transférées pendant 12 h minimum. JL: plantes à l'état floral cultivées en lumière continue.

tème, c'est-à-dire n'empêchant pas l'acquisition de l'état induit de la feuille et la formation du "stimulus floral".

De plus la destruction de l'apex au moment du transfert ne modifie pas (léger retard) les réponses immunochimiques obtenues par photo-induction. L'apex n'est donc pas indispensable pour l'induction de la synthèse des protéines foliaires caractéristiques de l'état floral de la plante.

La feuille, contrairement au méristème, n'a pas besoin de signaux de celui-ci pour entrer en développement reproducteur. Ce dernier se produit et se manifeste par l'apparition de protéines nouvelles dès que l'induction photopériodique est réalisée.

Nous remercions M. B. Delessert de sa collaboration technique et plus particulièrement des soins donnés aux lapins.

#### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AUDERSET, G. (1974). *Etude du méristème caulinaire de l'épinard (Spinacia oleracea) avant et après l'induction florale*. Thèse n° 1688, Université de Genève.
- & H. GREPPIN (1976). Etude de l'apex caulinaire de l'épinard avant et après l'induction florale. *Saussurea* 7: 73-103.
  - & H. GREPPIN (1977). Effet de l'induction florale sur l'évolution ultrastructurale de l'apex caulinaire de *Spinacia oleracea*, Nobel. *Protoplasma* 91: 281-301.
- BALET-BURON, A. & H. GREPPIN (1976). Etude immunochimique de l'induction photopériodique chez *Spinacia oleracea*. *Saussurea* 7: 65-72.
- BAULT, A. & H. GREPPIN (1976). Evolution des protéines solubles acides de feuilles de l'épinard, à l'état végétatif et floral. *Saussurea* 7: 105-120.
- EVANS, L. T. (1969). *The induction of flowering*. Ed. L. T. Evans, Mac Millan.
- GREPPIN, H. & B. A. HORWITZ (1975). Floral induction and the effect of red and far-red preillumination on the light – stimulated bioelectric response of spinach leaves. *Z. Pflanzenphysiol.* 75: 243-249.
- B. A. HORWITZ & L. P. HORWITZ (1973). Light stimulated bioelectric response of spinach leaves and photoperiodic induction. *Z. Pflanzenphysiol.* 68: 336-345.
- PENEL, C. & H. GREPPIN (1973). Action des lumières rouge et infrarouge sur l'activité peroxydasique des feuilles d'épinards avant et après l'induction florale. *Ber. Schweiz. Bot. Ges.* 83: 253-261.
- & H. GREPPIN (1974). Variation de la photostimulation de l'activité des peroxydases basiques chez l'épinard. *Pl. Sci. Letters* 3: 75-80.