

Zeitschrift: Saussurea : journal de la Société botanique de Genève
Herausgeber: Société botanique de Genève
Band: 12 (1981)

Artikel: Respiration et induction florale chez *Spinacia oleracea*
Autor: Cao, Nguyễn Dung / Greppin, Hubert
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1099244>

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>

Respiration et induction florale chez *Spinacia oleracea*

NGUYÊN DUNG CAO

&

HUBERT GREPPIN

RÉSUMÉ

CAO, N. D. & H. GREPPIN (1981). Respiration et induction florale chez *Spinacia oleracea*. *Saussurea* 12: 15-23. En français, résumé anglais.

La respiration, mesurée à l'obscurité, a été suivie sur des fragments de feuilles d'épinards à l'état végétatif, floral et lors du transfert inducteur en lumière continue. Différents agents inhibiteurs ont été testés. Le poids sec et la concentration en amidon ont été déterminés. Des modifications rapides sont observées lors de l'induction florale.

ABSTRACT

CAO, N. D. & H. GREPPIN (1981). Respiration and floral induction in *Spinacia oleracea*. *Saussurea* 12: 15-23. In French, English abstract.

The dark respiration is measured on pieces of spinach leaves at the vegetative or floral state and during the inducing transfer in continuous light. Several inhibitors have been tested. The dry weight and the starch concentration are determined. Quick modifications are observed during floral induction.

L'allongement de la durée du jour, dès la photopériode critique dépassée (onze à douze heures de lumière), provoque le déclenchement de l'induction florale dans la feuille de l'épinard, plante de jour long. Cet état induit, source du "stimulus floral", ne peut être caractérisé par l'apparition de protéines spécifiques nouvelles avant la vingtième heure de lumière continue (BALET-BURON & GREPPIN, 1979) alors même que les premiers événements de l'évocation florale dans le méristème apical, source de la fleur, sont déjà observés après une quinzaine d'heures de lumière continue (AUDERSET & al., 1980). L'induction photopériodique est donc très rapide; tout se passe durant une période de quelques heures après la photopériode critique.

Si, vis-à-vis de la durée du jour, de nombreux changements quantitatifs et qualitatifs ont été signalés chez les plantes, très peu toutefois ont pu être directement mis en relation avec l'induction florale (EVANS, 1971). Certains auteurs (CUMMING, 1967; WAGNER & CUMMING, 1970) accordent de l'importance à la régulation du métabolisme énergétique dans le contrôle de la floraison et des interrelations cellulaires et organiques (biorythmes). Il est d'autre part connu que l'induction florale est souvent associée à une production et une circulation de sucres libres (BERNIER, 1976; BODSON, 1977). Quelques chercheurs attribuent une signification importante, durant cette période, à des changements de l'activité respiratoire et des voies suivies au niveau terminal (CHAILAKHYAN, 1968; EVANS, 1971). Au vu des résultats fragmentaires et parfois contradictoires obtenus jusqu'à présent, nous avons voulu vérifier ce qu'il en était chez l'épinard.

Matériel et méthodes

Nous avons utilisé une sélection faite par nos soins de *Spinacia oleracea*, var. Nobel. Les akènes sont mis à germer dans du terreau, puis cultivé, après repiquage, dans de la vermiculite. La température de culture dans le phytotron est de $20 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$; l'humidité relative en présence de lumière est de $80\% \pm 10$ et de $60\% \pm 10$ à l'obscurité. Les plantes sont éclairées par des tubes fluorescents de 40 W (Sylvania F 40 T 12); l'éclairage est de $2500 \text{ ergs/sec/cm}^2$ (mesure au spectroradiomètre ISCO). En jour court (huit heures de lumière et seize heures d'obscurité) les plantes restent à l'état végétatif pendant au moins cinq semaines. L'induction photopériodique est faite en transférant simplement les plantes soumises à quatre semaines de jour court en lumière continue. Pour chaque expérience nous utilisons quatre-vingt plantes de jour court, âgées de quatre semaines. Les tests ont été répétés quatre fois.

La respiration est déterminée par la mesure de la consommation d'oxygène et de la production du gaz carbonique à l'obscurité, selon la méthode directe de Warburg (UMBREIT & al., 1968). Nous utilisons la première "paire foliaire" placée juste au-dessus des cotylédons qui est coupée, au moyen d'un emporte-pièces, en rondelles de 0,45 cm de diamètre (en évitant la nervure principale). L'échantillon foliaire mis dans chaque auge en présence de 2 ml de tampon phosphate 1/15 M, ne dépasse pas soixante rondelles (au maximum 10 mg de poids sec). Les mesures sont faites à l'obscurité pendant une heure, à la température de 25°C , après une incubation de vingt minutes. Le poids sec a été déterminé au moyen d'une balance Mettler, après avoir séché les rondelles foliaires de chaque auge pendant vingt-quatre heures à 75°C dans une étuve contenant 500 gr de silicagel bleu.

Le dosage de l'amidon est pratiqué sur des rondelles prises dans le même endroit de feuilles de même âge provenant de plantes différentes, en évitant les grosses nervures. Au préalable, l'extraction totale des chlorophylles a été pratiquée au moyen d'acétone à 80% (mise en contact pendant vingt-quatre heures à l'obscurité et à 5°C). L'épaisseur des rondelles est estimée par mesure

au spectrophotomètre à 500 nm: on choisit dix rondelles ayant à peu près la même absorption ($0,155 \pm 0,005$ de densité optique). Ce matériel décoloré est mis dans une éprouvette contenant 3 ml de la solution suivante: 0,5% (p/v) d'iode dans l'éthanol aqueux 50%. On provoque une infiltration sous vide; la coloration du matériel est complète après vingt-quatre heures de contact à la température ambiante et à l'obscurité. On sort le matériel des éprouvettes puis on rince rapidement l'excès de colorant à l'éthanol 50%. La lecture de la densité optique est faite au spectrophotomètre à 500 nm (CAO, 1981).

Résultats

Si nous suivons, pendant quelques jours, l'évolution du poids sec de rondelles foliaires de plantes de jour court (fig. 1), nous observons que l'augmentation moyenne est très lente, avec une alternance de dominance de l'anabolisme sur le catabolisme et vice versa durant le jour et la nuit. Le transfert en lumière continue stimule les biosynthèses, ceci étant attesté par la progression quasi continue du poids sec durant les premières cinquante-six heures de traitement et avant l'accélération de la sénescence. Ce n'est toutefois qu'après une trentaine d'heures de transfert que l'augmentation du poids sec est significative, l'induction photopériodique ayant commencé après onze à douze heures de lumière continue.

L'évolution de la concentration en amidon, réserve énergétique importante, est présentée dans la figure 2. A l'état végétatif (jour court), nous observons l'alternance d'accumulation et d'hydrolyse de l'amidon en fonction du nyctémère; ce phénomène est parallèle à l'évolution du poids sec. Lors du transfert inducteur en lumière continue nous pouvons distinguer trois phases.

1. Stimulation importante de la synthèse d'amidon pendant les seize heures qui suivent le transfert de l'obscurité en lumière continue, avec un ralentissement progressif dès les dernières huit heures de cette phase.
2. Chute très importante et très rapide de la concentration en amidon. L'analyse faite par BONZON (1975) en microscopie électronique indique qu'il y a une disparition presque totale des grains amylofères stockés précédemment. Selon HAAPALA (1969), il est en tout cas possible que ce soit le résultat de l'activation momentanée d'une amylase. Il est donc probable que cette hydrolyse amène une libération importante de sucres libres pendant les huit heures suivantes, ce processus étant amorcé aux environs de la photopériode critique.
3. Ensuite le contenu en amidon augmente fortement d'où une importante accumulation dans les plastes.

Voyons ce qui se passe quant à la respiration mesurée à l'obscurité (fig. 3). En jour court, la respiration foliaire moyenne de plantes de quatre semaines se situe entre 3 et 4 mm³ d'oxygène consommé par heure et par milligramme

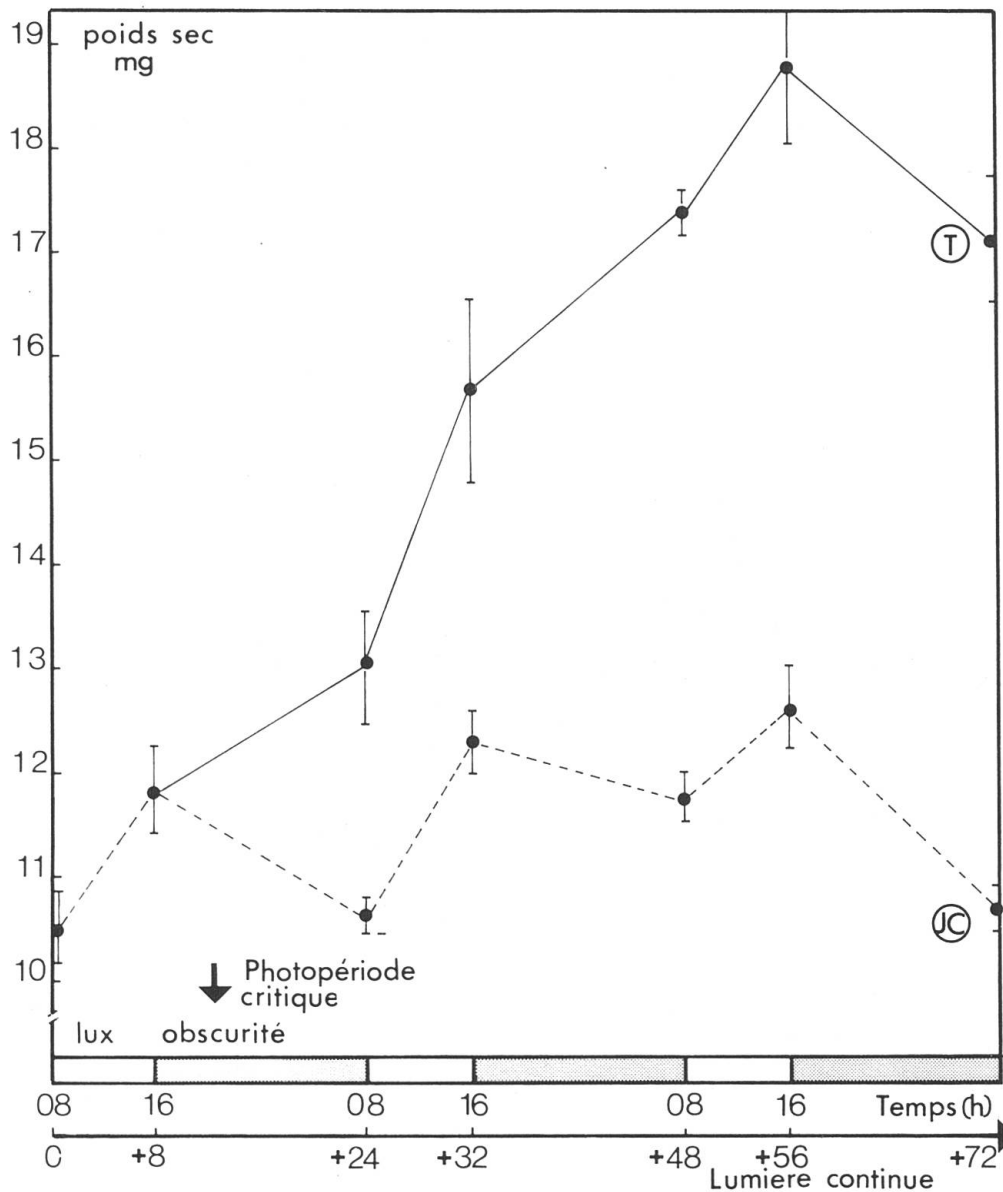


Fig. 1. — Evolution du poids sec de rondelles prélevées sur les deux premières feuilles au-dessus des cotylédons. JC: jours courts, 8 h lumière et 16 h obscurité. T: transfert en lumière continue.

de poids sec (première "paire" de feuilles). Lors du transfert en lumière continue, on observe une stimulation rapide suivie d'une inhibition progressive de l'activité respiratoire; après 96 heures de lumière continue, on atteint des valeurs identiques à celles observées chez des plantes cultivées, dès l'origine, en lumière continue pendant trois semaines (2 mm^3 d'oxygène consommé par heure et par milligramme de poids sec). Il y a donc, d'une part, exaltation respiratoire aux environs de la photopériode critique et,

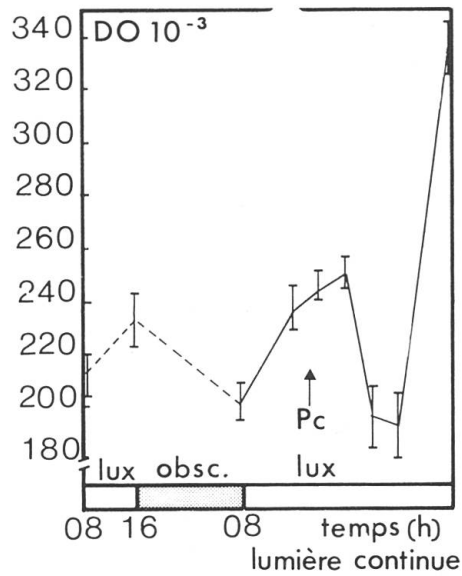


Fig. 2. — Variation de la concentration en amidon (densité optique à 500 nm) dans les deux premières feuilles au-dessus des cotylédons en jours courts (traits discontinus) et lors du transfert en lumière continue (trait plein). PC: photopériode critique.

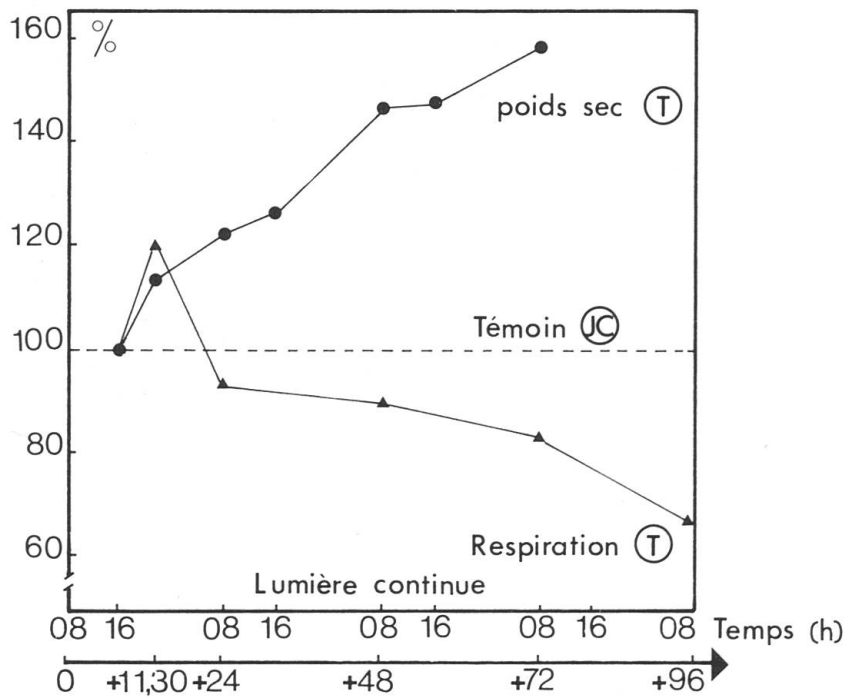


Fig. 3. — Evolution, lors du transfert (T) en lumière continue, du poids sec et de la respiration (mesurée à l'obscurité) de rondelles foliaires d'épinards (comparaison en % par rapport aux rondelles en jours courts).

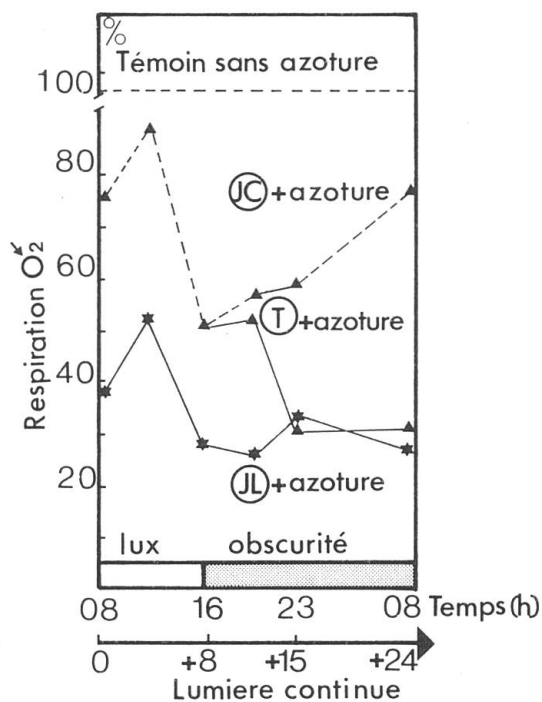


Fig. 4. — Effet de l'azoture de sodium sur la respiration foliaire en jours courts (JC), lors du transfert en lumière continue (T) et en lumière continue dès la germination (JL).

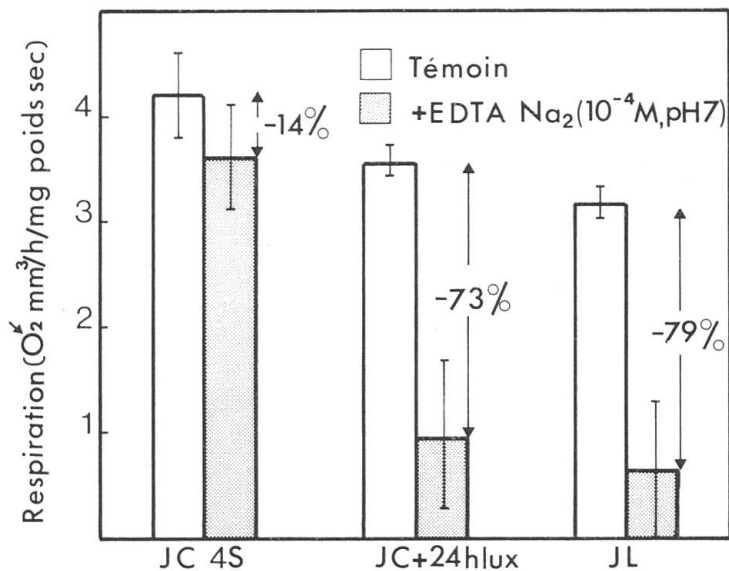


Fig. 5. — Action de l'EDTA sur la respiration foliaire (première "paire" de feuilles) de plantes de jours courts (4 semaines), de lumière continue (3 semaines) et lors du transfert de JC en lumière continue (24 h).

d'autre part, perte rapide de la capacité respiratoire pour atteindre un niveau correspondant à celui des plantes à l'état floral (plantes cultivées pendant trois semaines en lumière continue). Cette déficience semble durable puisqu'un retour dans des conditions de jour court ne permet pas de revenir à la situation propre à l'état végétatif.

Si, lors du transfert, la stimulation de la respiration à l'obscurité pourrait s'expliquer par l'augmentation de sucres libres due à l'excès de photosynthèse et à l'hydrolyse progressive de l'amidon, le quotient respiratoire (>1) serait plutôt en faveur de l'emploi d'autres substrats. Au vu de l'évolution antagonique du poids sec et de la respiration lors du passage en lumière continue, il en résulte que l'énergie et les substrats doivent davantage provenir des autres compartiments cellulaires (chloroplaste, peroxysoxe, cytoplasme) que du travail des mitochondries dont l'activité est fortement réduite. Ceci permet de comprendre qu'il puisse y avoir un taux élevé en sucres libres caractéristique habituellement associée au processus d'induction florale.

Pour compléter notre information sur les modifications éventuelles de la respiration lors de l'induction florale, nous avons testé l'action de quelques composés dont les effets sur les enzymes respiratoires sont assez bien connus.

L'azoture de sodium est un agent chimique qui ressemble au cyanure dans sa capacité de complexer les métaux de transition. Il bloque en particulier la respiration terminale cytochromique. Nous avons testé son action ($5 \cdot 10^{-3} M$) sur des fragments de feuilles, prélevés à différents moments du jour court, ainsi que lors du transfert en lumière continue. Nous observons, à l'état végétatif, des fluctuations de la sensibilité à l'azoture de sodium selon le moment du nyctémère; d'autre part, la respiration résiduelle moyenne est élevée. Lors du transfert en lumière continue, nous constatons, dès la photopériode critique, une chute importante de la respiration résiduelle due à l'augmentation de la sensibilité des feuilles à l'azoture de sodium (fig. 4). Le niveau acquis lors du transfert en lumière continue correspond à celui que l'on peut mesurer sur des plantes cultivées, dès l'origine, en lumière continue pendant trois semaines. Le retour en jour court ne permet pas de revenir à la situation correspondant à l'état végétatif. Cette augmentation de la sensibilité à l'azoture est donc rapidement acquise et persiste par la suite lors du développement reproducteur. Ce changement peut être considéré comme caractéristique de l'induction florale par voie photopériodique et correspond aux observations faites par d'autres auteurs (CHAILAKHYAN, 1968; EVANS, 1972).

Nous avons obtenu des résultats analogues avec d'autres agents chélateurs tels que l'EDTA (éthylène diamine tétra-acétate de sodium, $10^{-4} M$) ou le DDC (diéthyl-dithiocarbamate de sodium, $10^{-4} M$). Les figures 5 et 6 illustrent les résultats chez les plantes à l'état végétatif et lors du transfert en lumière continue. Cette grande sensibilité à ces agents est rapidement acquise (en général dès la photopériode critique) et correspond au niveau observé chez les plantes cultivées trois semaines en lumière continue (état floral). L'action du DDC doit être prolongée pour être égale à ce qui est observé chez les plantes en fleur. Ces résultats sont conformes aux observations faites par Chailakhyan et son école, concernant le rôle des enzymes à

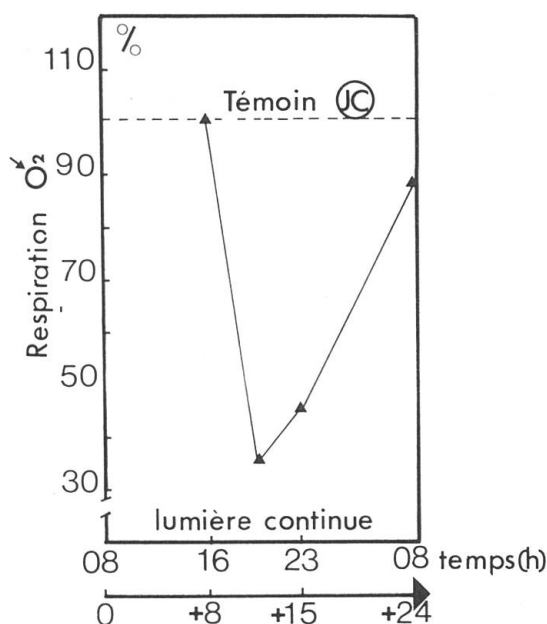


Fig. 6. — Action du DDC sur la respiration foliaire (première "paire" de feuilles) de plantes de jours courts (JC) transférées en lumière continue (24 h).

métaux lourds (oxydases) lors de l'induction florale par voie photopériodique, de plantes de jour long. Cette connection entre le métabolisme respiratoire et l'induction est extrêmement précoce puisqu'elle débute dès la photopériode critique.

Conclusion

Les résultats que nous avons présentés sont en accord avec les observations faites par un certain nombre d'auteurs sur les plantes de jour long (CHAILAKHYAN, 1968; EVANS, 1971; CAO, 1981). Les modifications rapides, dès la photopériode critique dépassée, tant sur le plan quantitatif que qualitatif de la respiration, se maintiennent à l'état floral et semblent être fortement irréversibles. Il peut toutefois s'agir d'effets concomitants à la floraison, sans que leur rôle soit primordial à l'acquisition de ce dernier état. Il y aurait lieu de vérifier si la sensibilité aux divers agents chimiques présentés est toujours présente quel que soit le mode d'induction (lumière, température, hormones, etc.) afin d'attribuer un caractère général et spécifique aux changements respiratoires observés.

BIBLIOGRAPHIE

- AUDERSET, G., P. B. GAHAN, A. L. DAWSON & H. GREPPIN (1980). *Pl. Sci. Lett.* 20: 109.
- BALET-BURON, A. & H. GREPPIN (1979). *Saussurea* 10: 1.
- BERNIER, G. (1976) in R. JACQUES (éd), *Etudes de Biologie végétale*: 243.
- BODSON, M. (1977). *Planta* 135: 19.
- BONZON, M. (1975). Thèse 1696, Univ. Genève.
- CAO, N. D. (1981). Thèse 2005, Univ. Genève.
- CHAILAKHYAN, M. K. (1968). *Ann. Rev. Pl. Physiol.* 19: 1.
- CUMMING, B. G. (1967). *Canad. J. Bot.* 45: 2173.
- EVANS, L. T. (1971). *Ann. Rev. Pl. Physiol.* 22: 365.
- HAAPALA, H. (1969). *Planta* 86: 259.
- UMBREIT, W. W., R. H. BURRIS & J. F. STAUFFER (1968). *Manometric technics*. Burgess Publ. Co.
- WAGNER, E. & B. G. CUMMING (1970). *Canad. J. Bot.* 48: 1.

