

BULLETIN MENSUEL

DE LA

SOCIÉTÉ LINNÉENNE DE LYON

FONDEE EN 1822

RECONNUE D'UTILITE PUBLIQUE PAR DECRET DU 9 AOUT 1937
 des SOCIÉTÉS BOTANIQUE DE LYON, D'ANTHROPOLOGIE ET DE BIOLOGIE DE LYON
 REUNIES
 et de leurs GROUPES REGIONAUX : ROANNE, VALENCE, etc

Siège Social et Secrétariat Général : 33, rue Bossuet, Lyon (6^{me})

Trésorier : M. H. BONVALLET, 20, rue Molière, Lyon (6^e).

ABONNEMENT ANNUEL : France et Union 10 F — C.C.P. Lyon 101-98
 Etranger 11 F
 Scolaires 5 F

Frais d'inscription : 1 F.

**N.B. — Les virements à notre C.C.P. doivent être adressés au nom
 de la SOCIÉTÉ LINNÉENNE DE LYON**
 Pour tout changement d'adresse envoyer la dernière bande et la somme de 1 F
 (les timbres sont acceptés).

ACTION DE LA LUMIERE SUR LA GERMINATION DES AKENES DE CELERI (*APIUM GRAVEOLENS* L.)

par Maurice JAY¹.

Parmi les travaux consacrés à la germination du Céleri, citons ceux de MORINAGA qui dès 1926, montrait l'influence du facteur température (à l'obscurité) : la germination des akènes de Céleri était plus importante à 10°C qu'à d'autres températures plus élevées ; elle était même inhibée pour des températures de l'ordre de 21-27°C.

Vingt ans plus tard, TAYLOR (1949) poursuit ces expériences et montra qu'il y avait plusieurs moyens de lever l'inhibition observée par MORINAGA : soit une exposition journalière des semences à 10°C pendant deux heures, soit une exposition à la lumière. Ce dernier procédé induisait une vitesse et un taux de germination beaucoup plus élevés.

Nous avons donc essayé de faire une étude précise de ce facteur lumière, en vue d'approfondir son rôle sur la germination des akènes de Céleri.

TECHNIQUES.

Les semences de Céleri, *Apium graveolens* L. (var. « plein blanc à grosse cosse »), nous ont été fournies par les établissements RIVOIRE (Lyon). Nous prenons soin de les choisir de taille uniforme et d'aspect extérieur normal, de façon à éliminer tout élément malformé ou traumatisé. Les semences sont disposées dans des boîtes de Pétri (diamètre 9 cm) à raison de 50 par boîte. Un peu d'eau est ajoutée au fond de chacune, à un niveau tel que la moitié de la surface de chaque akène soit immergée, ceci pour ne pas gêner leur respiration. Les boîtes sont immédiatement fermées et, selon les cas, les semences soumises à traitements variés :

— Obscurité continue.

— Lumière continue ou discontinue émise par un tube fluorescent « lux day light » Philips 40 watts ; l'énergie au niveau des semences est de 320 μ watts/cm² ².

— Radiations rouge-clair émises par une lampe à incandescence Mazda 500 watts, et sélectionnées à l'aide d'un filtre monochromatique (M 650) Paris-Labo, dont la bande passante va de 635 à 695 nm.

— Radiations rouge-sombre émises par la même source que précédemment et sélectionnées par un filtre interférentiel (732) Balzer, à bande passante de 710 à 750 nm.

Dans ces deux derniers cas, l'énergie au niveau des semences, mesurée à la thermopile est de 300 μ watts/cm².

La température est maintenue constante au cours de l'expérience à 19,5°C (\pm 0,5). Notre critère de germination est le pointement des radicules.

Pour chacun des tests, nous disposons de n (3 à 6) lots de 50 semences, ce qui nous permet de réaliser d'après les pourcentages moyens de germination, un calcul statistique ayant pour but de répondre à la

1. Département de Biologie Végétale, Faculté des Sciences de Lyon.

2. Nous remercions M. FALGON (Laboratoire de Physique, Faculté des Sciences de Lyon) qui nous a fourni ce renseignement.

question qui se pose constamment dans les études biologiques : les différences éventuelles entre les résultats de deux ou plusieurs séries d'expériences sont-elles ou non significatives ?

Deux méthodes peuvent être employées :

— Calculer pour chacun des pourcentages de germination la fourchette de sécurité par la formule :

$$\sigma = \sqrt{\frac{q(1-q)}{N}}$$

où q est la fraction d'individus germant et N le nombre d'individus testés (LAMOTTE, 1962, p. 61).

— Dans le cas de recouvrement de deux fourchettes de sécurité, un test d'homogénéité permet par comparaison des pourcentages moyens de germination, de savoir si les résultats sont significativement différents ou non. « Les fréquences relatives de germination dans deux séries de tests représentant des effectifs de n_1 et n_2 semences, ont pour valeur respective :

$$q_1 = \frac{a_1}{n_1} \quad \text{et} \quad q_2 = \frac{a_2}{n_2}. \quad \text{La différence} \quad d = \frac{a_1}{n_1} - \frac{a_2}{n_2}$$

est-elle imputable à des fluctuations fortuites dues au fait que les tests ont porté sur des effectifs trop limités ou faut-il considérer qu'elle dénote deux populations différentes ? Emettons l'hypothèse que les deux lots de semences évoluent de la même manière, c'est-à-dire que le pointement des radicules a pour fréquence :

$$Q_e = \frac{a_1 + a_2}{n_1 + n_2} \quad \text{soit} \quad Q_e = \frac{n_1 q_1 + n_2 q_2}{n_1 + n_2}.$$

Dans ces conditions, on teste la différence observée $q_1 - q_2$ par la méthode habituelle de l'erreur standard :

$$S_d = \sqrt{S_d^2}, \quad \text{or} \quad S_d^2 = Q_e (1-Q_e) \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right);$$

et on forme le rapport de la grandeur à tester à son erreur standard :

$$t = \frac{|q_1 - q_2|}{S_d} = \frac{|q_1 - q_2|}{\sqrt{Q_e (1-Q_e) \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}$$

La table normale réduite indique la probabilité d'occurrence d'un tel rapport : s'il dépasse 2 la sécurité est de 95 % et s'il dépasse 2,6 la sécurité est de 99 % » (LAMOTTE, 1962, p. 89-90).

Nous utiliserons pour tous nos résultats le premier de ces tests et, chaque fois qu'il sera nécessaire pour la discussion, le test d'homogénéité sera appliqué. Dans les deux cas, nous adopterons un coefficient de sécurité de 99 %.

PARTIE EXPÉRIMENTALE.

Une première expérience dans laquelle nous avons utilisé la lumière d'un tube fluorescent « lux day light », nous montre (fig. 1) que les akènes de Céleri sont strictement photoblastiques-positifs, pour em-

ployer le terme d'EVENARI (1956). Ils exigent une exposition à la lumière pour germer, résultat entièrement conforme aux données de TAYLOR (1949), vue la température d'expérience.

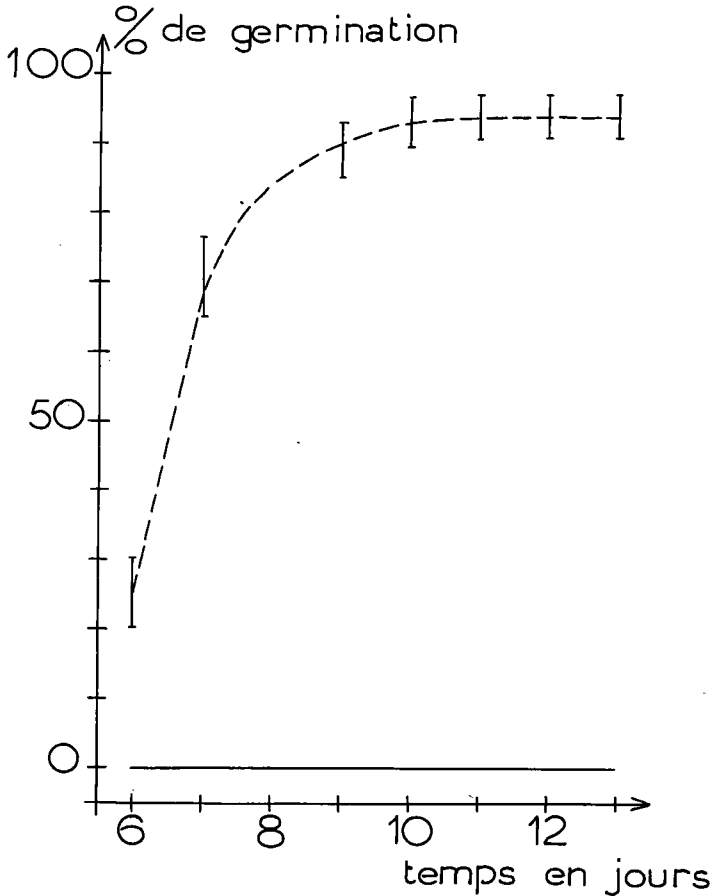


Figure 1. — Evolution des pourcentages de germination des akènes de Céleri exposés à la lumière continue — — — — — ou à l'obscurité continue —————.

Nous pouvons même préciser que l'induction de la germination est d'autant plus forte que la durée de l'illumination est plus grande (tabl. I).

Tableau I

Durée de l'illumination ..	0	1 h	2 h	4 h	8 h	24 h	48 h	96 h	144 h
% de germination au bout de 17 jours	0	10	43	48	58	74	88	92,5	96
Fourchette de sécurité		±8	±9	±9	±7,5	±8	±6	±6	±3

En effet le pourcentage croît régulièrement jusqu'à 48 heures ; il ne se stabilise qu'à 96 heures comme le montrent les tests d'homogénéité : $t = 3,2$ (significatif) entre 48 et 144 heures, $t = 1,5$ (non significatif) entre 96 et 144 heures.

Nous avons essayé de voir l'influence d'une période préliminaire d'obscurité suivie d'une illumination continue en lumière blanche ; dans ce cas, le pourcentage de germination n'est absolument pas affecté puisqu'il est de 96 %. Cependant la vitesse de pointement des radicules se trouve fortement accrue.

Soumises à des expositions de durée variée, toutes les 24 heures et pendant 14 jours, les semences de Céleri nous ont permis d'observer les pourcentages de germination suivants (tabl. II) :

Tableau II

Durée de l'illuminat. journalière	0	1 mn	10 mn	2 h	8 h	12 h	24 h
% de germin. au bout de 14 jours	0	67,5	89	93	99	97	94
Fourchette de sécurité		±10	±8	±5	±4	±2,5	±3

Il apparaît nettement que 10 minutes de lumière blanche, administrée chaque jour pendant deux semaines, suffisent à stimuler pleinement la germination, puisque le pourcentage atteint est alors très voisin de celui obtenu en lumière continue : $t = 1,6$ (non significatif) entre 10 mn et 24 h.

Après avoir reconnu cette très forte action stimulante de la lumière blanche sur la germination des akènes de Céleri, nous avons axé notre étude sur la lumière rouge de différentes longueurs d'onde.

× *Action de la lumière rouge-clair.*

Après une imbibition de 8 h à l'obscurité, les akènes sont soumis à une irradiation rouge-clair de durée différente selon les lots (tabl. III) :

Tableau III

Durée de l'illum. R. C. ...	1 mn	3 mn	6 mn	9 mn	15 mn	30 mn	60 mn
% de germination	59	70	75	71	71	70	74
Fourchette de sécurité	±9,5	±8,5	±7,5	±7,5	±7,5	±9,5	±9,5

Il en résulte donc une très forte stimulation de la germination qui atteint son maximum à partir de 3 mn, les autres pourcentages n'étant pas significativement différents ($t = 2,25$ (à peine significatif) entre 1 et 3 mn).

× *Action de la lumière rouge-sombre.*

Sitôt après l'illumination rouge-clair, nous soumettons les akènes à une irradiation rouge-sombre (fig. 2) : nous enregistrons une inhibition de leur germination, d'abord partielle, puis totale pour 10 mn.

Cette photo-annulation peut être répétée, comme le montre le tableau IV, où 6 mn de rouge-clair sont suivies de 5 mn de rouge-sombre, précédant elles-mêmes 6 mn de rouge-clair...

Tableau IV

Nature des irradiations	RC	RC-RS	RC-RS-RC	RC-RS-RC-RS
% de germination	75	4,5	74	5,5
Fourchette de sécurité	±7,5	±5	±8	±6

Cependant, l'effet inhibiteur des radiations rouge-sombre disparaît si les semences sont placées à l'obscurité entre l'irradiation stimulante et l'irradiation inhibitrice (tabl. V) :

Tableau V

Durée de l'intervalle obscur	1 h	12 h	18 h	24 h	36 h	Témoin RC
% de germination	14	21	43	58	85	75
Fourchette de sécurité	±7,5	±8,5	±13	±11	±8	±7,5

Pour un intervalle obscur de 36 h entre l'irradiation rouge-clair et l'irradiation rouge-sombre, nous n'observons plus d'action inhibitrice, le pourcentage de germination obtenu alors n'étant pas significativement différent de celui du témoin stimulé par 6 mn de rouge-clair : $t = 2,3$ entre 36 h et témoin RC.

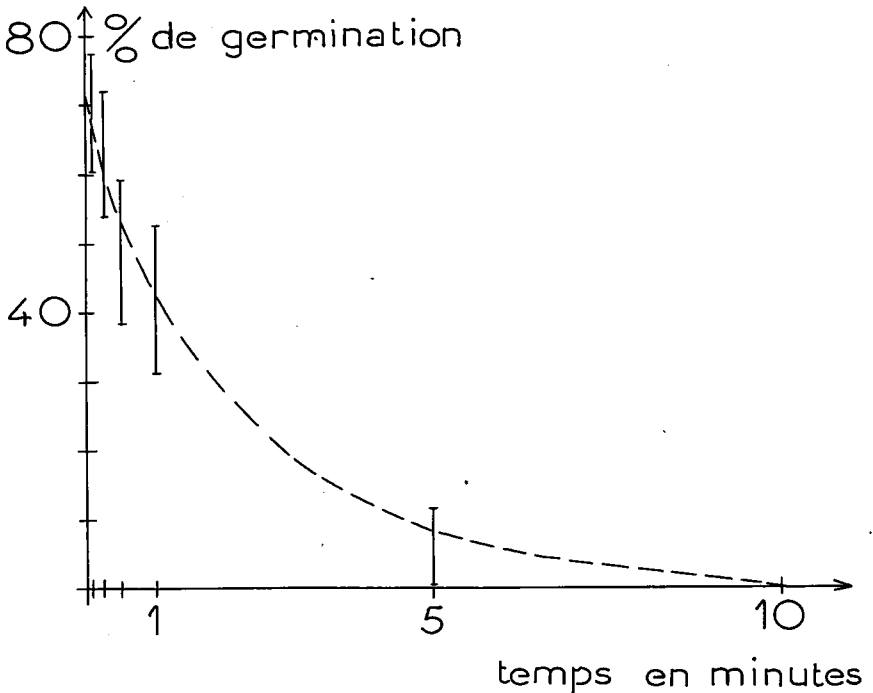


Fig. 2. — Action des radiations rouge-sombre sur le pourcentage de germination des akènes de Céleri, préstimulés par 6 minutes de rouge-clair, en fonction du temps d'exposition.

DISCUSSION.

Les semences de Céleri sont donc à photosensibilité positive (ou photoblastiques positives) à 19,5°C. En fait elles n'exigent que peu de lumière pour germer, puisque 10 mn d'illumination quotidienne pendant 14 jours suffisent pour stimuler pleinement leur germination.

En considérant les expériences réalisées avec les lumières « monochromatiques », nous sommes conduit à l'idée que les radiations rouge-clair (660 nm) stimulent leur germination et que leur effet peut être annulé par les radiations rouge-sombre (730 nm) (tabl. III et fig. 2). La photo-réversibilité observée (tabl. IV) implique l'existence d'un pigment sous deux formes interconvertibles : une dont le maximum d'absorption se situe vers 660 nm (P_{660}), l'autre vers 730 nm (P_{730}) (BORTWICK et al., 1952, 1954, HENDRICKS et al., 1956, MOHR, 1956, DOWNS

et al., 1957). Ce pigment isolé par le groupe de Beltsville (BUTLER et al., 1959), est le phytochrome. Dans les semences, il est présent sous forme de P_{660} qui est thermodynamiquement stable (BUTLER et al., 1963). Lors de l'irradiation rouge-clair, P_{660} est converti en P_{730} , forme active du pigment. Cette dernière lyserait, catalysant une série de réactions pouvant se dérouler à l'obscurité ; le terme final de ces réactions serait la réponse photomorphogénétique : le pointement des radicules. La nature de la réaction catalysée par P_{730} n'est pas connue. Graduellement, alors que ces réactions se poursuivent à l'obscurité, P_{730} disparaît car il est instable (BUTLER et al., 1965).

Si, au lieu de laisser les semences à l'obscurité après l'irradiation rouge-clair, nous les soumettons à la lumière rouge-sombre, P_{730} ainsi apparu est converti en P_{660} inactif. Il en résulte une inhibition de la germination, mais également une possibilité de re-stimulation par les radiations rouge-clair.

La perte de l'effet inhibiteur des radiations rouge-sombre au fur et à mesure que grandit l'intervalle obscur les séparant des rouge-clair, serait la conséquence de la disparition progressive de P_{730} à l'obscurité. Elle reflèterait également des variations individuelles au niveau des semences et surtout la lenteur de formation des substrats à partir des réserves de la graine, substrats sur lesquels va agir P_{730} (HENDRICKS et al., 1965).

RÉSUMÉ.

Après avoir vérifié que les semences de Céleri exigent la lumière pour germer à 19,5°C, nous avons montré que leur germination est fortement stimulée par la lumière rouge-clair dont l'effet peut être inhibé par les radiations rouge-sombre. Nous avons également observé un phénomène de photo-réversibilité répétée : dans le cas d'une alternance rouge-clair, rouge-sombre, le pourcentage de germination dépend de la nature de la dernière irradiation.

* *

Nous remercions M. I. MOURAVIEFF, Maître de Recherches au C.N.R.S., Département de Biologie Végétale de la Faculté des Sciences de Lyon, pour les nombreux conseils dont il a bien voulu faire bénéficier cette étude.

BIBLIOGRAPHIE

- BORTHWICK, H.A., HENDRICKS, S.B., PARKER, M.W., TOOLE, E.H., et TOOLE, V.K., 1952. — A reversible photoreaction controlling seed germination. Proc. Natl. Acad. Sci. U.S., 38, 662-666.
- BORTHWICK, H.A., HENDRICKS, S.B., TOOLE, E.H., et TOOLE, V.K., 1954. — Action of light on Lettuce seed germination. Bot. Gaz. London, 115, 205-225.
- BUTLER, W.L., HENDRICKS, S.B., et SIEGELMAN, H.W., 1965. — Purification and properties of phytochrome. In Chemistry and Biochemistry of plant pigments, T.W. GOODWIN, Acad. Press London and New-York, 197-210.
- BUTLER, W.L., LANE, H.C., et SIEGELMAN, H.W., 1963. — Nonphotochemical transformations of phytochrome *in vivo*. Plant Physiol., 38, 514-519.
- BUTLER, W.L., NORRIS, K.H., SIEGELMAN, H.W., et HENDRICKS, S.B., 1959. — Detection assay and preliminary purification of pigment controlling photoresponsive development in plants. Proc. Natl. Acad. Sci. U.S., 45, 1703-1708.
- DOWNES, R.J., HENDRICKS, S.B., et BORTHWICK, H.A., 1957. — Photoreversible control of elongation of Pinto beans and other plants under normal condition of growth. Bot. Gaz. London, 118, 199-208.

- EVENARI, M., 1956. — Seed germination. In Radiation Biology, III, McGraw Hill Book Company New-York, 519-549.
- HENDRICKS, S.B., et BORTHWICK, H.A., 1965. — The Physiological functions of phytochrome. In Chemistry and Biochemistry of plant pigments, T.W. GOODWIN, Acad. Press London and New-York, 405-436.
- HENDRICKS, S.B., BORTHWICK, H.A., et DOWNS, R.J., 1956. — Pigment conversion in the formative response of plant to radiation. Proc. Natl. Acad. Sci. U.S., 42, 19-26.
- LAMOTTE, M., 1962. — Initiation aux méthodes statistiques en biologie. 114 p., Masson et Cie Edit., Paris.
- MOHR, H., 1956. — Die Beeinflussung der Keimung von Farnsporen durch Licht und andere Faktoren. Planta, 46, 534-551.
- MORINAGA, T.I., 1926. — Effect of alternating temperatures upon the germination of seeds. Am. J. Bot., 13, 141-158.
- TAYLOR, C.A., 1949. — Some factors affecting germination of Celery seed. Plant Physiol., 24, 93-102.

**COMPTE RENDU ORNITHOLOGIQUE ANNUEL
DE L'AUTOMNE 1965 A L'ETE 1966
DANS LA REGION RHONE-ALPES (suite)**

— Chevalier gambette *Tr. totanus* : En automne, en Dombes, observations assez insolites de grandes troupes : plusieurs centaines le 23-10 au Gd-Glareins (SH), 150 le 7-11 à Villars (RL).

Au printemps, onze observations régionales du 26-2 [une douzaine à Jonage (DDB)] au 12-6 (JF, PL, BG, MB, SM, BC).

— Chevalier arlequin *Tr. erythropus* : En automne, près d'une vingtaine d'observations en Dombes du 18-7 au 21-11, maxima plusieurs dizaines d'individus en août, près d'une centaine en novembre (PL, BC, SH, MM, DDV). Un hivernant le 31-12 à Bouligneux (PL) et 5 le 10-1 à Versailleux (MB), Dombes, cas exceptionnels. Au printemps, 5 observations du 2-4 au 15-5 en Dombes et en Forez (PL, DDB).

— Chevalier aboyeur *Tr. nebularia* : le plus souvent, par un ou deux individus seulement. A l'automne, 8 observations en Dombes et en Forez du 26-7 au 21-11 (PL, BC, JF). Au printemps, 9 observations régionales du 10-4 au 28-5, dont six du 7 au 20-5 (PL, BL, DA, AC, DDB).

— Bécasseau variable *Calidris alpina* : En automne, une vingtaine à Villars-lès-Dombes les 20-10 et 1-11 ; au printemps, un le 9-4 au Gd-Bataillard, Dombes (PL).

— Bécasseau indéterminé *Calidris sp. ?* : un le 14-5 à Jonage (DDB).

— Chevalier combattant *Philomachus pugnax* : en automne, 7 observations du 6-7 au 14-11 en Dombes et en Forez (BC, PL, DDV, JF). Au printemps, une quinzaine d'observations en Dombes et en Forez du 27-2 au 29-5, maximum plusieurs dizaines voire quelques centaines de la mi-mars à la mi-avril (BL, PL, DDV, DA, SH, DDB, AC, FA).

— Echasse *H. himantopus* : dernière le 5-9 en Dombes (PL) ; premières le 9-4 (PG, PL). Nidification : quelques couples seulement en mai-juillet (PL, BG, BC, RLv).

EDICNÈME.

— Edicnème criard *Burhinus oedicnemus* : premier le 6-3 à Marclopt, Forez (MH), très précoce.