

Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse
Herausgeber: Schweizerischer Forstverein
Band: 102 (1951)
Heft: 5-6

Artikel: Photopériodicité et thermopériodicité chez le pin sylvestre
Autor: Karschon, R.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-764674>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 08.02.2025

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

Les cours d'eau y ont constitué toujours le moyen le plus rationnel de transport des bois, mais il fallut au préalable les équiper en réalisant d'importantes corrections et de coûteux travaux. La Suède possède aujourd'hui 33 000 km de voies flottables et la Finlande 44 000 km. Celles-ci ont atteint aujourd'hui leur développement maximum, mais des moyens importants sont encore affectés à leur amélioration.

Les rivières scandinaves ont de hautes eaux au printemps, à la suite de la fonte des neiges; une seconde crue, moins importante, est provoquée par les pluies d'automne. Les ruisseaux et les petites rivières ne sont flottables que durant les hautes eaux, alors que les cours importants peuvent être utilisés tout au long de l'été. Près du littoral, le flottage commence en avril, en montagne à la fin de mai. Dans les années sèches telles que 1947, de grandes quantités de bois à flotter restent souvent dans le lit des rivières jusqu'à la première crue de l'année suivante.

Durant le printemps le flottage est intensifié au maximum. Les équipes de flotteurs sont munies de barques. Sur les eaux tranquilles, elles groupent et attachent les billes en chaînes; sur les lacs importants, des bateaux à vapeur remorquent des « trains » comprenant jusqu'à 2000 m³ de bois.

A la sortie des réseaux de flottage, le bois est trié par assortiments et par propriétaires dans une installation flottante; les billes sont ensuite liées et remises à leur propriétaire par les entreprises de flottage.

Le coût de ce mode de transport varie dans une large mesure. Il descend d'environ 20 centimes par m³ et km dans les ruisseaux à 1 centime dans les rivières; aujourd'hui on tend à remplacer le flottage dans les cours d'eau de faible capacité et d'une utilisation difficile par le transport hivernal sur la neige. Dans l'ensemble, le flottage constitue un moyen de transport fort économique; ainsi, à Ångermanälven, il coûte 3 fr. par m³ pour une distance de 130 km! La concurrence du rail et de la route est faible, bien qu'elle soit en augmentation par suite de la colonisation toujours plus poussée de ces pays et de l'utilisation toujours plus importante du bouleau, qui ne peut être flotté.

De la production forestière totale, qui atteint 13 millions de m³ en Suède et 17 millions en Finlande, plus du 90 % est acheminé par les voies fluviales vers les centres de consommation; le flottage constitue réellement aujourd'hui encore la base de l'exploitation des forêts scandinaves. (tr. Ed. R.)

Photopériodicité et thermopériodicité chez le pin sylvestre

Par *R. Karschon*, Ilanoth (Israël)

(21.1)

Depuis la découverte de la photopériodicité par Garner et Allard, de nombreux travaux ont été consacrés aux différents aspects de la réaction des plantes aux changements périodiques de la lumière. Parmi ces travaux, ceux consacrés aux espèces ligneuses et notamment aux arbres forestiers sont relativement peu nombreux: à

ceux résumés et discutés par W a r e i n g (10) il convient d'ajouter quelques publications de savants soviétiques dont des extraits ont paru dans « Forestry Abstracts ». Un coup d'œil sur l'ensemble de ces travaux permet de se rendre compte que le pin sylvestre (*Pinus silvestris* L.) a été quelque peu négligé jusqu'ici, les travaux expérimentaux à son sujet étant assez rares.

La découverte récente de la thermopériodicité par W e n t a ouvert un champ nouveau à la recherche forestière. Ici les travaux sur les arbres forestiers font encore presque entièrement défaut.

Afin d'obtenir une image claire des réactions photopériodiques et thermopériodiques et de leur importance, nous allons passer en revue les recherches consacrées à ce sujet au pin sylvestre et en tirer des conséquences théoriques et pratiques.

La première question qui se pose, est de savoir *si le pin sylvestre est photopériodique*, c'est-à-dire s'il réagit à l'exposition à des périodes de lumière de durée différente.

A notre connaissance, les premières recherches sur la photopériodicité du pin sont dues à B o g d a n o v (1) qui a montré expérimentalement l'étroite relation entre la durée de l'exposition journalière à la lumière et la résistance au gel. Dans un travail précédent (4), nous avons montré que des plantules exposées à différentes photopériodes se distinguent par la longueur des hypocotyles ainsi que par le poids et le contenu de matière sèche des aiguilles. W a r e i n g (11) vient de confirmer ces résultats: il a montré notamment que des semis de pin exposés à une photopériode de dix heures se distinguent de ceux exposés à quinze heures de lumière par jour par la réduction de la période de croissance; par la diminution du nombre d'aiguilles formées et par la réduction de la longueur des internodes et des aiguilles. Il a montré en outre que la plus grande hauteur et le plus grand nombre d'aiguilles sont produits lorsque la longueur d'exposition à la lumière est de vingt heures par jour. Selon W a r e i n g, la croissance de plantules de *Pinus silvestris* serait réglée par deux systèmes antagonistes qui opèrent pendant la période d'obscurité: *a)* un système qui agit sur l'accroissement de la pousse et qui opère pendant les premières heures d'obscurité et *b)* un système inhibiteur qui opère après quatre heures d'obscurité et qui réduit la croissance à mesure que la période d'obscurité est plus longue. Selon M a k s i m o v et L e m a n (8), des semis de pin exposés pendant la première année à un éclairage permanent étaient au printemps prochain beaucoup plus grands et plus branchus et possédaient des aiguilles plus longues et plus épaisses que les plants n'ayant reçu aucun éclairage supplémentaire.

Dans une seconde publication, W a r e i n g (12) démontre que chez des plants d'une année, exposés à différentes photopériodes, l'extension des internodes est réduite lorsque la période d'exposition journalière

à la lumière est courte; il en est de même de la longueur des aiguilles. Nos propres recherches faites avec des plants d'une année montrent que les pins réagissent par une interruption du repos hivernal lorsqu'on les expose en février à des photopériodes plus longues que la longueur normale du jour (4).

La photopériodicité du pin étant ainsi prouvée expérimentalement, une deuxième question se pose aussitôt: comment réagissent des pins de diverses provenances, lorsqu'on les cultive sous différentes photopériodes? Autrement dit: *des pins de différentes origines se distinguent-ils aussi par leur photopériodicité?*

Déjà B o g d a n o v (1) répond affirmativement à cette question, en montrant que des pins d'origine méridionale, cultivés sous les jours longs de Léninegrad, souffrent fortement du gel, tandis que ceux exposés à des photopériodes plus courtes ont terminé plus tôt leur période de croissance et n'ont guère souffert. L a n g l e t (5, 6) suggère que des pins d'origine différente se distinguent par leur photopériodicité. B ü n - n i n g (2), en analysant le matériel réuni par L a n g l e t, montre que des pins de diverses provenances se distinguent par leur périodicité intérieure (endogene Jahresrhythmik), qui est étroitement liée aux changements périodiques (journaliers et annuels) de la lumière et aussi de la température au lieu d'origine. S y l v é n (9) constate que des pins de régions septentrionales, cultivés plus au sud, réagissent par une réduction de l'accroissement en hauteur et de la longueur des aiguilles; il y voit une preuve de la photopériodicité du pin qui varierait selon l'origine. L a n g l e t (7), reprenant l'analyse de la variabilité physiologique de pins de différentes provenances, démontre que la teneur en substance sèche en automne, qui est en corrélation avec la latitude géographique et la durée de la période de végétation, est étroitement liée à la périodicité journalière et annuelle de la lumière qui dépend de la latitude. Il montre en outre que la latitude du lieu de culture et la réaction photopériodique des pins de différentes origines influent sur le sexe des premières fleurs et sur l'âge, auquel la floraison commence.

La photopériodicité différente de pins provenant de différentes latitudes géographiques est ainsi confirmée. Comme la longueur du jour dépend de la latitude, on aurait pu s'attendre à ce que des pins provenant de la même latitude, mais d'*altitudes* différentes, possèdent la même réaction photopériodique. Ce n'est cependant pas le cas. Des expériences avec des semis et plants d'une année, de diverses provenances suisses, ont montré que la réaction photopériodique varie selon l'altitude, resp. selon le caractère du climat du lieu d'origine exprimé par l'altitude et l'association végétale; ceci a été prouvé pour la longueur des hypocotyles de plantules et pour l'interruption du repos hivernal de plants d'une année (4). Ce phénomène ne peut être expliqué que par la *thermopériodicité* différente d'écotypes provenant de stations se dis-

tinguant par leur altitude et partant par leur climat: en effet, ces stations sont caractérisées par des températures différentes et par une périodicité différente de ces températures. Comme la photopériodicité varie selon les conditions de température pendant l'expérience, les différentes réactions photopériodiques des provenances peuvent être expliquées par la variabilité de leur thermopériodicité innée.

L'étroite liaison entre la provenance des graines et le moment de l'interruption du repos hivernal des plants est illustrée par l'expérience suivante¹: Le 10 janvier 1950, des plants de deux ans issus de graines de 18 semenciers de 5 pineraies naturelles des Grisons ont été transférés dans la serre de l'Institut de sylviculture de l'École polytechnique fédérale à Waldegg, près de Zurich (altitude 620 m). Pendant l'expérience, la serre n'a pas été chauffée, la température était en moyenne de $3 \pm 2^\circ \text{C}$ (lors de beau temps, elle s'est élevée occasionnellement jusqu'à 12 et même 20°C). Aucun éclairage artificiel n'a été employé pour prolonger la durée naturelle du jour, qui est d'environ neuf à dix heures. Le tableau suivant indique la provenance des graines et le nombre de plants qui, du 10 janvier au 6 mars, ont terminé leur repos hivernal.

Origine des graines			Nombre total de plants	Plants ayant interrompu leur repos hivernal	
Localité	Alt. m	Association végétale		Nombre	%
Zernez, Taglieda Sura	1770	<i>Mugeto-Ericetum caricetosum humilis</i>	125	30	$24,0 \pm 9,1$
Tschlin, Chompet	1230	<i>Pineto-Caricetum humilis</i>	172	15	$8,7 \pm 3,6$
Sent, Plan de la Jurada	1180	<i>Pineto-Ericetum</i>	184	13	$7,1 \pm 9,9$
Trimmis, Fürstenwald	800	<i>Pineto-Pyroletum</i>	112	9	$8,0 \pm 2,5$
Haldenstein, forêt communale	780	<i>Pineto-Caricetum humilis</i>	180	8	$4,4 \pm 1,2$

Ainsi qu'il ressort du tableau ci-dessus, les plants issus de graines de l'Engadine interrompent leur repos hivernal de façon plus précoce que ceux de basses altitudes. Le fait que les plants de Haldenstein se distinguent nettement de ceux de Trimmis, ne peut étonner si l'on se souvient du climat local particulièrement doux de cette station.

Il est connu que dans les placettes expérimentales, les pins de régions septentrionales et de hautes altitudes se distinguent de ceux de régions méridionales et de basses altitudes par l'interruption plus précoce du repos hivernal et de la période de végétation, d'où résulte leur résistance différente aux froids et gels de l'hiver (5). Ainsi que le montre l'exposé ci-dessus, ces phénomènes sont étroitement liés à la photo- et thermopériodicité innée de différentes provenances. Ces caractères ne

¹ Je remercie M. P. Grünig, assistant à l'Institut de sylviculture de l'EPF, qui a bien voulu se charger de l'exécution de cette expérience.

peuvent être séparés l'un de l'autre: ainsi G u s t a f s o n (3) montre que chez *Pinus resinosa* Ait. l'interruption de la période de repos au printemps n'a lieu que lorsque les plants ont été exposés préalablement aux basses températures de l'hiver; par contre, l'exposition à seize heures de lumière par jour a pour effet l'interruption du repos hivernal de plants qui ont été conservés pendant l'hiver dans une serre chaude.

L'étroite relation entre la *photopériodicité* et la *thermopériodicité*, qui varient selon l'origine des graines, constitue le fait le plus marquant qui résulte de l'étude des travaux discutés ci-dessus. Elle justifie réellement le terme « *écotype* » créé par T u r e s s o n et employé par L a n g l e t (5, 6, 7) pour désigner ce qu'on appelle communément une race stationnelle. En effet, la photopériodicité et la thermopériodicité sont le résultat de la sélection naturelle (au sens de la génétique classique) ou de l'adaptation (au sens de la génétique mitchourinienne) opérée par les conditions écologiques de la station: les variations périodiques, journalières et annuelles de la lumière et de la température possèdent une valeur sélective élevée pour fractionner l'espèce linnéenne *Pinus silvestris* en une multitude de populations adaptées aux conditions particulières des stations respectives. Ainsi on comprend facilement que des pins de différentes latitudes se distinguent par leur photopériodicité et leur thermopériodicité; en effet, la longueur du jour et la température varient selon la latitude géographique. On comprend de même que des pins de différentes altitudes, mais de même latitude, se distinguent par leur thermopériodicité, car la température et sa périodicité journalière et annuelle dépendent de l'altitude, tandis que la longueur du jour ne change pas avec la hauteur au-dessus de la mer.

Ces considérations nous permettent d'introduire la notion de l'« *écocline* », variation graduelle des propriétés des végétaux lorsque les conditions écologiques varient graduellement. Pour des pins de différentes latitudes, L a n g l e t (5) a prouvé l'existence d'une gradation pour le contenu de matière sèche des aiguilles en automne; nos propres recherches (4) ont permis d'établir l'existence d'une variation graduelle de la thermopériodicité de plants de différentes altitudes.

Si nous voulons faire la synthèse des phénomènes relatifs à la photo- et thermopériodicité du pin, nous avons avantage à adopter la terminologie créée par B ü n n i n g (2): ces phénomènes constituent sans doute les éléments les plus importants de la *périodicité interne* (endogene Jahresrhythmik). Il est évident que le développement optimum du pin exige la concordance de la périodicité interne avec celle des facteurs de la station qui ont opéré l'adaptation de la population autochtone. *Chaque écotype étant caractérisé par sa périodicité interne propre, il en résulte la nécessité d'utiliser exclusivement les graines propres à la station, chaque fois que c'est possible.* La concordance de la périodicité interne des écotypes avec celle du climat (lumière, tem-

pérature) de la station assure en effet la création resp. le maintien de peuplements productifs et sains.

La notion de la périodicité interne propre s'impose aussitôt que l'on veut cultiver un écotype sous des conditions écologiques différentes de celles auxquelles il est adapté naturellement. *La transposition d'un écotype sur une autre station n'est en général possible que dans des limites étroites et bien définies*, si l'on veut éviter des échecs graves. En effet, le commencement et l'interruption de la période de végétation sont fixés par la périodicité interne, resp. par l'obligation de réagir dans un sens défini à l'allongement ou au raccourcissement du jour et à l'augmentation ou diminution de la température; lorsque la périodicité propre du pin ne coïncide pas avec la périodicité externe, des dommages de gel en résultent. Il serait cependant faux de vouloir limiter là l'importance des réactions photo- et thermopériodiques dont nous avons vu l'importance pour la croissance, le branchement, la fructification et d'autres processus physiologiques. Il est évident que lors de travaux de sélection, il ne faut pas perdre de vue tous ces problèmes.

La recherche forestière doit tenir le pas avec les acquisitions les plus récentes de la physiologie végétale. Pour cette raison, des études plus approfondies et plus systématiques de la photo- et thermopériodicité — et en général de la périodicité interne — du pin sont à envisager pour mieux comprendre son fonctionnement physiologique et surtout le comportement de différents écotypes. Si nous avons donné ici seulement un aperçu de ces phénomènes pour autant qu'ils concernent le pin sylvestre, cela ne veut cependant pas dire qu'ils n'aient de l'importance uniquement pour cette espèce. Nous nous rendons parfaitement compte des difficultés que présentent des recherches sur la photo- et thermopériodicité, surtout si l'on veut combiner l'étude, sous conditions expérimentales, des réactions photopériodiques et thermopériodiques. Mais ces recherches ont une importance considérable pour la pratique de la sylviculture, car nos connaissances actuelles de la périodicité interne des arbres forestiers ne constituent qu'un début.

Zusammenfassung

Photoperiodizität und Thermoperiodizität bei *Pinus silvestris*

Aus der verhältnismäßig beschränkten Zahl der Arbeiten über den Einfluß eines periodischen Licht- und Temperaturwechsels auf Holzgewächse geht für das Beispiel *Pinus silvestris* hervor, daß u. a. Frosthärte, Nadelmasse, Wachstumsperiode, Internodien- und Hypokotylllänge in engem Zusammenhang mit der täglichen Belichtungsdauer stehen. Zwei während der Dunkelheit wirkende antagonistische Systeme teilen sich in die Regelung des Wachstums, indem das eine im Verlaufe der ersten Dämmerstunden auf das Triebwachstum einwirkt, während das andere nach vier Stunden Dunkelheit mit zunehmender Dauer desselben wachstumshemmend wirkt.

Da sich verschiedene Föhrenprovenienzen in ihrer endogenen Jahresrhythmik, welche im Zusammenhang mit dem periodischen Licht- und Temperaturwechsel (jährlich und täglich) des Herkunftsortes steht, unterscheiden lassen, konnte die Frage nach dem Einfluß der Herkunft auf die Photoperiodizität bei der Föhre positiv beantwortet werden. Langtagbedingungen lösen bei der Pflanze andere Reaktionen aus als Kurztagbedingungen, was sich in praktischer Hinsicht in der von der Länge der Vegetationsperiode abhängigen Frosthärte besonders bedeutungsvoll auswirkt. Ferner wird der Zeitpunkt der Geschlechtsreife sowie das Geschlecht der zuerst auftretenden Blüten verschiedener Föhrenprovenienzen durch deren photoperiodische Reaktion und die geographische Breite des Anbauortes bedingt. Die photoperiodische Reaktion variiert aber nicht nur mit der geographischen Breite, d. h. mit der Tageslänge, sondern auch mit der Meereshöhe bzw. mit dem durch Höhe und Vegetationscharakter definierten ursprünglichen Wuchsort. Diesbezügliche Provenienzuntersuchungen zeigten, daß die genannte Erscheinung nur durch eine spezifische, dem Ursprungsgebiet angepaßte Thermoperiodizität erklärt werden kann. Föhren nördlicher Herkunft aus Hochlagen unterscheiden sich von südlichen Herkünften aus Tieflagen durch frühzeitigeren Abschluß der Winterruhe und der Vegetationsperiode, woraus die verschiedene Kälte- und Frostempfindlichkeit resultiert.

Das innige Zusammenwirken der Photo- und Thermoperiodizität sowie die Variation dieser Periodizitäten mit der Herkunft des Samens tragen wesentlich zur Rechtfertigung des « Ökotyp »-Begriffes bei. Die Photoperiodizität und die Thermoperiodizität sind Ergebnisse einer tiefgreifenden Selektion durch die periodischen Licht- und Temperaturvariationen eines gegebenen Standortes. Dadurch wird unter anderem die starke Aufsplitterung der Art *Pinus silvestris* in verschiedene Populationen, die an spezifische Standortverhältnisse angepaßt sind, gefördert. Es ist klar, daß eine optimale Lebensentfaltung nur dann garantiert ist, wenn die der Pflanze eigene endogene Rhythmik mit der Periodizität des Klimas (Licht, Temperatur) übereinstimmt. Die forstliche Verwendung irgendwelcher Herkünfte kann nur dann erfolgreich sein, wenn sich die ökologischen Bedingungen vom Anbau- und Herkunftsort innerhalb möglichst enger Grenzen entsprechen. *Marcet*

Bibliographie

1. *Bogdanov, P. L.*: Photoperiodism in species of woody plants. Exp. Sta. Rec. **73** 1935.
2. *Bünning, E.*: Die Physiologie des Wachstums und der Bewegungen. Berlin 1939 (nouvelle édition 1948).
3. *Gustafson, F. G.*: Influence of the length of day on the dormancy of tree seedlings. Plant Physiology **13** 1938.
4. *Karschon, R.*: Untersuchungen über die physiologische Variabilität von Föhrenkeimlingen autochthoner Populationen. Annales de l'Institut fédéral de recherches forestières **26** (1) 1949.
5. *Langlet, O.*: Studier över tallens fysiologiska variabilitet och dess samband med klimatet. Ett bidrag till kännedomen om tallens ekotyper. Meddelanden fran Statens skogsförsöksanstalt **29** 1936.
6. — Provenienschörsök med olika trädslag. Översikt och diskussion av hittills erhållna resultat. Svenska skogsvårdsföreningens tidskrift **36** 1938.

7. *Langlet, O.*: Photoperiodismus und Provenienz bei der gemeinen Kiefer (*Pinus silvestris* L.). Meddelanden fran Statens skogsforsöksanstalt **33** 1943.
8. *Maksimov, N. A.* and *Leman, V. M.*: Culture of woody seedlings in electric light. Forestry Abstracts **10** (3) 1949.
9. *Sylvén, N.*: Lang- och kortdagstyper av de svenska skogsträden. Svensk Papperstidning **43** 1940.
10. *Wareing, P. F.*: Photoperiodism in woody species. Forestry **22** (2) 1948.
11. — Growth studies in woody species I. Photoperiodism in first-year seedlings of *Pinus silvestris*. Physiologia Plantarum **3** 1950.
12. — Growth studies in woody species II. Effect of day-length on shoot-growth in *Pinus silvestris* after the first year. Physiologia Plantarum **3** 1950.

Holzbilanz und Holzabfallwirtschaft

Von Dr. Dipl.-Ing. *Leopold Vorreiter*, Wien¹

(34.6)

In den letzten drei Jahrzehnten ist der Holzbedarf in den meisten Kulturstaaten der Welt infolge Ausweitung bisheriger Verwendungsgebiete durch Bevölkerungszunahme, Erhöhung des Lebensstandards, durch gesteigerten Kriegsbedarf und durch Zerstörungen einerseits und infolge Hinzutritts einer Reihe neuer Holzverwertungsarten andererseits in einem vorher ungeahnten Ausmaß gestiegen. Diese Tatsache ist um so bemerkenswerter, als die Steigerung des Verbrauches in erster Linie das Nutzholz umfaßt, an dessen Qualität die Anforderungen immer geringer werden müssen, um die quantitativen Erfordernisse zu erfüllen. Aber auch diese Umschichtung des früher stärkeren Verbrauches an Brennholz auf den erhöhten Verbrauch von Nutzholz ist nur durch den vergrößerten Einsatz von mineralischen Brennstoffen und durch eine Verbesserung der Holzverarbeitungsverfahren möglich gewesen. Trotzdem konnte es bisher nirgends gelingen, den Nutzholzverbrauch im Rahmen der Holzproduktionsleistung der Wälder zu halten, es mußte vielmehr seit etwa 1935 in die produktive Substanz der Wälder, also in Form der Veräußerung des Produktionsmittels, eingegriffen werden. Besonders in Europa ist eine stetige und bedenkliche Aufzehrung des produktiven Holzkapitals der Waldungen eingetreten, und zwar infolge des Absinkens der Holzproduktion an sich, mehr aber noch wegen des Überhandnehmens des Flächenanteiles an Blößen und jungen gegenüber mittleren und höheren Altersklassen, wodurch der Grad der Wohlfahrtswirkungen des Waldes in klimatisch-meteorologischer bzw. hygienischer sowie landwirtschaftlicher Hinsicht um so mehr herabgemindert wird, als hiervon große, zusammenhängende Waldgebiete Europas betroffen sind. Es sei nur auf die zunehmenden Naturkatastrophen gerade in jenen Teilen Mitteleuropas hinge-

¹ Vortrag, gehalten am 26. Februar 1951 an der Abteilung für Forstwirtschaft der Eidg. Techn. Hochschule, Zürich.