

CHRONIQUE PHOTOLOGIQUE

Le Congrès de Photobiologie qui s'est tenu en Grande-Bretagne en 1964 a présenté un intérêt certain pour les forestiers. Nous devons à l'obligeance de l'un des participants à ce Congrès, le Dr VEZINA, secrétaire de l'Association Canadienne de Photobiologie — qui vient, du reste, d'être nommé Professeur de Sylviculture à l'Université Forestière Laval de Québec — les indications suivantes sur certaines des plus notables communications présentées :

Trois chercheurs de l'Université de Dijon, C. BULARD, Y. CORTET et C. HOFFNER ont effectué une étude sur la sensibilité à la lumière des graines de *Pinus banksiana*. R. BIEBL, de l'Université de Vienne, a exposé le résultat de ses travaux sur la résistance à la lumière du protoplasme des mousses, lichens et algues. A. KADMAN-ZAHAVI et E.A. VEGA de l'Etat d'Israël, continuant les remarquables recherches du Professeur EVENARI, se sont attachés à étudier l'influence de lumières diversement colorées sur la germination et le développement de divers végétaux. Plusieurs Canadiens, K. LOGAN, P.E. VEZINA et J. PECH ont analysé, le premier le comportement différent, selon des éclairagements gradués de *Betula lutea* et d'*Acer saccharina*, les suivants le mode de transmission de la lumière solaire sous des couverts d'*Abies balsamea*, de *Pinus resinosa* et de *Pinus banksiana*. Nous exposerons plus en détail ces communications, quand nous en aurons reçu les textes complets.

*
**

Les Stations de Recherches Forestières Canadiennes déploient de gros efforts afin de développer leurs connaissances en matière de photobiologie forestière. Qu'il nous suffise de dire, pour caractériser cette tendance, que des études systématiques sont actuellement en cours sur les réactions à la lumière de 20 des essences forestières les plus intéressantes au Canada. Les publications se rapportant à ces questions se poursuivent à un rythme soutenu. K.T. LOGAN et E.B. PETERSON (1) s'attachent à mettre au point une méthode permettant de déterminer l'éclaircement relatif moyen qui règne à l'intérieur d'un peuplement forestier. Certes, quand il s'agit de mesurer cette valeur en un point bien déterminé, les difficultés sont relativement réduites. Mais, si l'on considère l'ensemble d'une surface boisée, le problème est beaucoup plus délicat. Les auteurs, qui utilisent des photomètres à lecture instantanée, font donc appel aux ressources des méthodes statistiques : 100 stations stratifiées sont déterminées sur une surface d'un acre (0,40 ha). Dans chaque station, ils effectuent 13 mesures d'éclaircement relatif, une toutes les 1/2 heure, par temps clair et ensoleillé. Ils établissent ensuite des histogrammes et des courbes cumulatives de fréquence. Puis ils effectuent d'autres mesures par temps couvert, réduisent le nombre des stations et comparent les résultats. Leur conclusion pratique est que pour avoir une valeur suffisamment exacte de l'éclaircement relatif régnant dans l'ensemble d'un peuplement régulier de co-

nifères (*Abies balsamea*, *Pinus resinosa*, *Pinus strobus*, *Picea glauca*), il faut prendre sur un acre, 13 mesures dans 50 stations, par temps clair et ensoleillé. L'efficacité du travail, par temps couvert égal, semble 3 fois plus grande; les chiffres obtenus étant plus réguliers.

P.E. VEZINA (2) utilise depuis longtemps l'actinomètre de Bellani et s'en déclare satisfait. Il est vrai qu'il s'agit ici de l'excellent instrument construit actuellement à l'Observatoire de Météorologie Physique de Davos, et que nous avons décrit sous le nom de P.B.K. D'après une vérification que l'auteur a opérée sur 10 appareils placés côte à côte, pendant 47 jours, leur fonctionnement se révèle parfaitement comparable. Pour les raisons que nous avons déjà indiquées: prix modéré, autonomie, totalisation des résultats, facilité de surveillance, précision convenable, cet actinomètre reste l'un des instruments les plus intéressants pour les recherches de photobiologie forestière.

C'est le même appareil que P.E. VEZINA a employé pour de nouvelles mesures de la radiation solaire relative existant sous un peuplement dense de *Pinus resinosa* dominant, le sol étant recouvert de neige (3). Les arbres sont jeunes (24 ans) et la densité des troncs élevée (près de 3 000 par hectare). Les observations sont effectuées en novembre et en mars. La proportion de radiation solaire qui filtre dans le sous-bois varie de 6,6 % pour les jours où le temps est absolument clair, à 7,7 % pour ceux caractérisés par un temps nuageux variable, et à 10,2 %, pour ceux à temps couvert égal. La moyenne est de 8 %. Cette transparence relative plus grande du couvert par temps couvert bien égal a déjà été trouvée par divers auteurs, et nous la relevons à nouveau dans l'analyse du travail de V.A. ALEXEYEV (9). Il est à remarquer que dans les observations de P.E. VEZINA, l'albedo très élevé de la neige majeure sensiblement la radiation reçue par le P.B.K., appareil sphérique, on le sait. Enfin, l'auteur insiste sur le fait que, dans un tel microclimat lumineux, les jeunes régénérations sont absolument incapables de se développer convenablement.

*

**

Les travaux de l'Ecole d'Innsbruck se réfèrent toujours aux éléments très précis fournis par l'ingénieux appareil URAS. On rappelle, qu'utilisant la faculté d'absorption qu'a le gaz carbonique de l'air sur les rayons infra-rouges, on peut suivre avec minutie dans l'URAS, la marche de la respiration et de l'assimilation chlorophyllienne, chez les jeunes arbres résineux et feuillus: en quelque sorte, les voir vivre, et juger très rapidement, de leur activité assimilatrice. Certes, l'influence de la radiation solaire est ici prépondérante, puisqu'elle dispense la chaleur et la lumière, deux éléments dont les effets sont déjà assez bien caractérisés, et qui parfois, du reste, interfèrent — mais nous pensons devoir inclure dans cette chronique quelques travaux nouveaux des chercheurs autrichiens. Le problème est, cette fois, élargi, et d'autres facteurs sont maintenant étudiés: la teneur en eau du sol, l'humidité de l'air, la vitesse du vent notamment, dont l'action, bien qu'indirecte, n'est pas nulle, loin de là, sur la photosynthèse.

A l'intention des spécialistes de langue anglaise, W. TRANQUILLINI (4) fait un exposé d'ensemble de ses travaux sur la photosynthèse et la production de matière sèche des jeunes arbres de haute altitude: *Larix decidua*, *Picea excelsa* et *Pinus cembra*. Beaucoup de ceux-ci ont déjà été exposés aux lecteurs de cette Revue. Relevons cependant certaines relations nouvelles, qui seront mieux comprises, si l'on se réfère à l'une de nos chroniques antérieures (5). Comparant les conditions de l'activité assimilatrice du rameau de *Larix decidua* placé dans une cuvette d'assimilation, à celle du sujet développé en air libre, W. TRANQUILLINI note qu'un accroissement de la vitesse de l'air passant dans ladite cuvette (de 30 à 2 000 litres à l'heure, correspondant alors à une vitesse de l'ordre de 50 centimètres par seconde) s'accompagne d'une augmentation sérieuse de la vitesse d'évaporation de l'eau

incluse dans des disques verts de papier filtre (« Piche disks »), allant de 1 à 2,5. La transpiration du rameau augmente dans la même proportion, et corrélativement, *la température des aiguilles s'abaisse* (d'au moins 10° C). Elle se rapproche ainsi de celle correspondant à l'optimum de l'activité photosynthétique. Cet effet, joint au renouvellement plus rapide de l'air véhiculant le gaz carbonique, majore l'assimilation nette du rameau qui est alors doublée et même triplée. Cet « enchaînement des causes » est, pour le physiologiste, des plus significatifs.

A cette occasion, l'auteur signale la mise en service d'un « Super URAS », dont la sensibilité est 50 fois plus élevée que celle de l'appareil ordinaire. Notons également que le rameau de *Larix decidua* qui n'a, à cette altitude, des aiguilles que pendant quelques mois, est 2 à 3 fois plus actif, du point de vue de sa nutrition carbonée, par unité de poids, que le rameau de *Pinus cembra*, gardant ses aiguilles toute l'année, mais soumis au brusque arrêt de toute activité en cas de froid intense (avec phénomène d'hystérésis très prononcé).

D'autres essais mettent en lumière les effets sur la photosynthèse des modifications rapides du microclimat local, et spécialement des variations de l'humidité de l'air ambiant (6). Des groupes de 5 plants entiers de *Larix decidua*, *Picea excelsa* et *Pinus cembra* sont cultivés pendant 2 mois avant l'expérience, dans des pots renfermant des sols humidifiés à 100 %, 50 % et 30 % environ de leur capacité totale en eau (9 groupes de 5 sujets). Ils sont placés ensuite dans une sorte de tunnel aéré (Windkanal) dans lequel l'air circulant à une vitesse assez rapide (4 mètres par seconde), à une température de 17° C, est caractérisé par une humidité relative variant de 85 à 50 et à 25 %. La lumière est constamment de 40 000 lux.

Les résultats sont assez complexes; ils peuvent être résumés ainsi: Dans tous les cas, l'assimilation de gaz carbonique la plus élevée est réalisée par les sujets ayant crû dans un sol moyennement humide (les racines se développent mieux dans un sol un peu aéré, que dans le sol trop humide, ou trop sec).

Le passage de l'air humide à l'air sec entraîne une baisse de l'activité photosynthétique de tous les sujets (sans doute par déséquilibre de l'alimentation hydrique). Mais elle est, *proportionnellement*, moins marquée sur les jeunes arbres développés 2 mois sur un sol sec (rapidement accoutumés à la sécheresse), que sur ceux développés sur un sol humide ou très humide.

Pour interpréter ces résultats, il faut, évidemment, se rappeler toutes les conditions de l'expérience; mais les sylviculteurs y trouveront, certainement, matière à d'utiles réflexions.

W. LARCHER (7) se pose, quant à lui, l'importante question suivante: Quelle est la valeur des résultats obtenus, en vase clos, dans l'URAS, sur des rameaux détachés du tronc, par rapport à ceux enregistrés sur des rameaux attenants à l'arbre en place,

Des observations systématiques sur des rameaux attenants au tronc, puis détachés, de *Thuja occidentalis*, d'*Olea europea*, et de *Quercus pubescens*, comparées à celles effectuées par PISEK, TRANQUILLINI et WINKLER sur *Pinus cembra*, démontrent qu'après une courte période de troubles suivant immédiatement la section de la branche, le fonctionnement de l'appareil photosynthétique redevient exactement le même qu'auparavant. La valeur des résultats obtenus avec l'URAS sur des rameaux sectionnés est très convenablement confirmée.

Puis W. LARCHER (8) tente de broser un vaste tableau comparatif des résultats obtenus, surtout depuis une dizaine d'années, sur l'activité photosynthétique des diverses essences forestières (et également de quelques plantes alimentaires).

Certes, les chiffres donnés ne sont pas homogènes : les espèces, les races et les âges varient, les stations sont différentes, les appareils de mesure ne sont pas exactement comparables, et les données se réfèrent à des éléments de base divers (unité de surface, de poids sec ou frais). Cependant, une certaine concordance se manifeste entre les résultats obtenus. Retenons seulement les données les plus récentes fournies par des appareils précis (URAS et IRGA) :

Les feuillus, qui perdent leurs appareils foliacés en hiver, ont pendant la belle saison une activité assimilatrice assez intense. Les chiffres les plus élevés relevés pendant une courte période de temps, exprimés en mg de CO² fixé par dm² de feuillage (double face) et par heure, atteignent 9, 12 et même 15 pour *Populus euramericana* (peupleraies allemandes), 6,3 pour *Fagus sylvatica*, 3,8 (5,6) pour *Quercus pedunculata*, 7,5 pour *Betula pubescens*. Les plantes alimentaires travaillent très activement : *Zea mays* 13 et *Solanum tuberosum* 10,6. *Eucalyptus globulus* (Italie du Nord), qui conserve ses feuilles toute l'année, atteint 8,5, témoignant d'une activité continue intéressante.

Chez les résineux à aiguilles persistantes, les chiffres les plus valables sont donnés en mg de CO² par gr d'aiguilles sèches et par heure. Pour *Picea excelsa* de basse altitude, on a les chiffres suivants : jeune 5,5, plus âgé 4,5 ; en haute altitude 2,4. Pour *Abies alba* de basse altitude, 4,8. Pour *Pinus cembro* de haute altitude : jeune 3,4, plus âgé 2,4. *Larix decidua* en altitude, qui ne possède des aiguilles que pendant un temps réduit, témoigne d'une activité intense, de 13 à 18 selon l'âge.

Ces chiffres, nous l'avons dit, représentent les valeurs maximales enregistrées, en conditions analogues à celles des stations habituelles. Il serait plus intéressant d'avoir des chiffres moyens, relatifs à une longue période de végétation. Les recherches sont en cours dans ce sens et certaines données ont déjà été obtenues. Quand elles se seront multipliées, et auront été confirmées, il sera possible de se livrer à d'instructives spéculations sur leurs relations avec la production de matière sèche, le rendement pratique de la photosynthèse, etc...

*
**

Revenons sur une importante publication de l'Académie Forestière Kirov de Léningrad que nous avons précédemment signalée : « Problèmes de l'Écologie et de la Physiologie des plantes forestières ». Le C.N.R.S. vient, en effet, de faire une bonne traduction d'un article intéressant pour les forestiers, de V.A. ALEXEYEV (9) figurant dans cette publication et intitulé : « Quelques problèmes des propriétés optiques de la forêt ».

Après une rapide revue des travaux effectués dans le domaine de la Photobiologie forestière par divers auteurs, dont de nombreux spécialistes d'URSS peu connus en France, V.A. ALEXEYEV expose la nature et le but de ses recherches : tenter d'établir le bilan des radiations naturelles, en particulier de celles actives sur la photosynthèse, renvoyées par la surface supérieure des forêts, transmises au sol, réfléchies par le sol vers la surface inférieure des cimes, et enfin absorbées par celles-ci. Les instruments utilisés sont essentiellement le spectrophotomètre et le prestoviseur de Koltzov. L'auteur confirme d'abord la différence, bien connue en photogrammétrie, de réflexion des rayons infra-rouges, par les résineux et par les feuillus. Sous bois, les résultats trouvés pour le coefficient de transmission par les cimes des divers rayons est assez constant, par temps couvert, et ce, quelle que soit la hauteur astronomique du soleil au-dessus de l'horizon. Par temps ensoleillé, le pourcentage de transmission varie sensiblement. Sa valeur minimale est atteinte pour une hauteur de soleil de 10 à 15° au-dessus de l'horizon. On constate aussi une majoration sensible des rayons infra-rouges dans la « lumière d'ombre » des peuplements feuillus. Les cimes absorbant les rayons solaires, réémettent

dans le sous-bois, des rayons de grande longueur d'onde en très notable proportion. D'une façon générale, le pourcentage de lumière transmise varie avec la densité des peuplements, selon une relation d'allure générale: K/N, déjà signalée par divers observateurs.

La partie la plus riche d'enseignements de cette étude est l'ensemble des relations que l'auteur établit, d'abord entre l'âge des divers peuplements de *Pinus silvestris* et l'absorption de la lumière par leurs cimes: en station identique, les peuplements jeunes, jusqu'à 30 ou 40 ans, absorbent nettement plus de radiations que les peuplements âgés. V.A. ALEXEYEV relève ensuite qu'en station identique et à âge égal (70 ans), les peuplements denses de la même espèce absorbent jusqu'à 2 fois plus de lumière que les peuplements clairs, et que cette variation de la densité s'accompagne d'une modification de l'accroissement courant en volume, dirigée dans le même sens. La constance des relations entre la densité des arbres, l'absorption de la lumière par leurs cimes, et l'accroissement courant des peuplements est ici tout à fait frappante.

Enfin, et pour rendre à l'Ecologie générale un légitime hommage, l'auteur démontre que le « coefficient d'utilisation de la lumière » par les cimes est d'autant plus élevé que la station est de meilleure qualité. Les stations à aînelles et à myrtilles étant très supérieures, sur ce point, aux stations à sphaignes.

Cette étude, originale en tous points, semble confirmer diverses hypothèses que le raisonnement avait élaborées, mais que l'expérience n'avait pas, jusqu'ici aussi bien vérifiées.

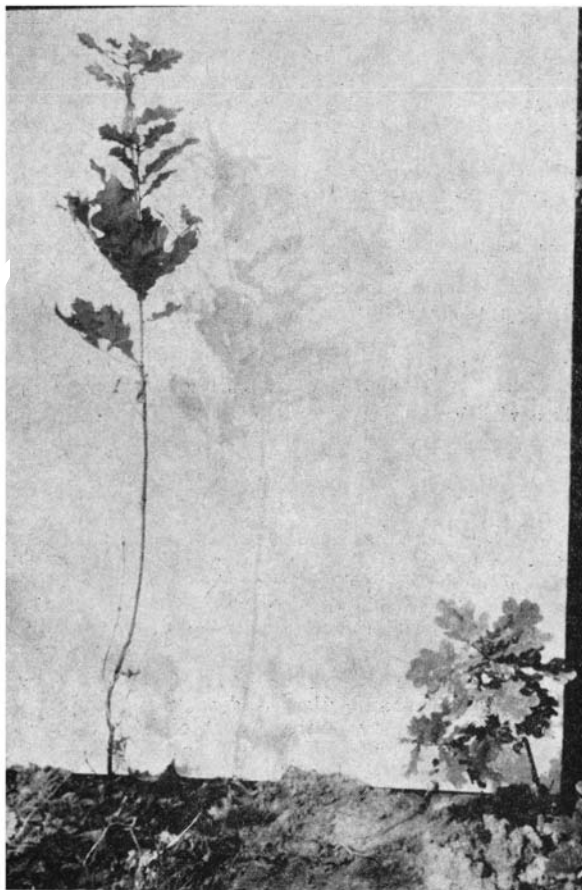
*
**

Pour terminer cette petite chronique, nous résumerons quelques études personnelles qui n'ont pas été publiées dans des revues forestières, mais qui donnent cependant certaines indications sur le rôle important de la lumière... et de l'ombre, dans la formation des tiges des jeunes arbres feuillus (10 - 11 - 12).

Partant du fait que, dans le Nord-Est de la France, les jeunes sujets de *Quercus pedunculata* sont plus développés, dans leurs premières années, que ceux de *Quercus sessiliflora* ayant crû, à leur côté, en sol identique et en plein découvert, nous avons émis l'idée que la plus ou moins grande transparence des écorces de ces petits arbres devait jouer un rôle dans le processus de leur élévation. Le suber de la première essence semblait plus opaque que celui de la seconde; il devait donc laisser passer moins de lumière et ainsi permettre, au niveau des assises génératrices, une meilleure action des auxines qui, on le sait, sont détruites ou inactivées par l'excès des rayons lumineux. Il paraissait donc curieux de tenter de dissocier l'effet utile de la lumière, sur les feuilles, favorisant l'élaboration des substances nécessaires à la croissance, et l'effet nuisible de la même lumière sur les assises génératrices situées à l'intérieur des tiges, freinant ainsi la construction des tissus. Il s'agissait, évidemment, de tout autre chose qu'un banal étiolement, où l'ensemble du plant demeure dans l'ombre.

De nombreuses expériences effectuées depuis l'année 1959, toutes testées statistiquement de façon très satisfaisante, ont démontré que si l'on protège de l'excès de lumière horizontale, soit par de petits tubes opaques placés immédiatement contre les tiges, soit par des manchons plus larges en poterie installés sur les sujets, des jeunes chênes en cours de croissance, on obtient un très net accroissement de la longueur (et en moindre proportion du diamètre) des petits arbres ainsi traités. Les résultats sont constants pour *Quercus pedunculata* et pour *Quercus sessiliflora* de la Haute-Saône, de

l'Aube et de l'Yonne. La photographie reproduite ci-dessous montre deux sujets de *Quercus pedunculata*, race de la Champagne humide, à la fin de leur 3^e année de croissance. Celui de gauche a été protégé, de la lumière horizontale principalement, en 1963 et 1964, par un, puis par deux manchons de poterie superposés. Celui de droite est resté constamment en plein décou-



Influence de l'environnement sur le mode de développement du jeune chêne pédonculé.

vert et en totale lumière latérale. Il convient de noter la différence considérable (volontairement exagérée ici) de développement en longueur, et de forme générale, entre le sujet protégé et l'autre. A l'effet, recherché, de réduction de la lumière horizontale filtrant à l'intérieur des tissus doit s'ajouter certainement dans ces cas, une action de « compensatory growth » : ne pouvant se développer en largeur, ses bourgeons latéraux restant dormants, faute sans doute d'une lumière suffisante, le chêne protégé s'est construit en hauteur.

Ces résultats n'étonneront certainement pas les nombreux forestiers qui pensent que le dosage de la lumière, et de l'ombre, est important en matière de sylviculture: qu'il s'agisse, du reste, de la conduite des régénérations ou de la formation des tiges des peuplements. Puissent-ils modifier l'opinion des autres.

L. ROUSSEL.

BIBLIOGRAPHIE

- (1) K.T. LOGAN et E.B. PETERSON (1964). — A method of measuring and describing light patterns beneath the forest canopy.
Department of forestry publication N° 1073, p. 1-25.
- (2) P.E. VEZINA (1963). — The field performance of ten Bellani radiation integrators.
Forestry chronicle, December 1963, Vol. 39, N° 4, p. 400-402.
- (3) P.E. VEZINA (1964). — Solar radiation over snow in a dense pine forest.
Agr. Meteorol. I (1964), p. 54-65.
- (4) W. TRANQUILLINI (1964). — Photosynthesis and dry matter production of trees at high altitudes.
Academic Press, Inc., New York. Formation of wood in forest trees, p. 505-518.
- (5) L. ROUSSEL (1962). — Chronique Photologique. Revue Forestière Française, Décembre 1962, p. 994-1002.
- (6) W. TRANQUILLINI (1963). — Die Abhängigkeit der Kohlendioxidassimilation junger Lärchen, Fichten und Zirben von der Luft- und Bodenfeuchte.
Planta, 60, 70-94 (1963).
- (7) W. LARCHER (1963). — Die Eignung abgeschnittener Zweige und Blätter zur Bestimmung des Assimilationsvermögens.
Planta, 60, 1-18 (1963).
- (8) W. LARCHER (1963). — Die Leistungsfähigkeit der CO²-Assimilation höher Pflanzen unter Laboratoriumsbedingungen und am natürlichen Standort.
Floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft. N.F. Heft 10, p. 10-34.
- (9) V.A. ALEXEYEV (1963). — Quelques problèmes des propriétés optiques de la forêt, dans: Problèmes de l'Ecologie et de la Physiologie des plantes forestières.
Académie Forestière Kirov de Leningrad, p. 47-80.
- (10) L. ROUSSEL (1958). — Développement des formations de protection chez les chênes rouvre et pédonculé.
Ann. Sci. Univ. Besançon, 2^e Série, Bot., 12, p. 111-112.
- (11) L. ROUSSEL (1962). — Les chênes et leurs écorces.
Ann. Sci. Univ. Besançon, 2^e Série, Bot. 18, p. 141-148.
- (12) L. ROUSSEL (1963). — Effets obtenus en ombrageant la tige du chêne pédonculé.
Ann. Sci. Univ. Besançon, 2^e Série, Bot., 19, p. 67-71.