

CHRONIQUE

par L. ROUSSEL

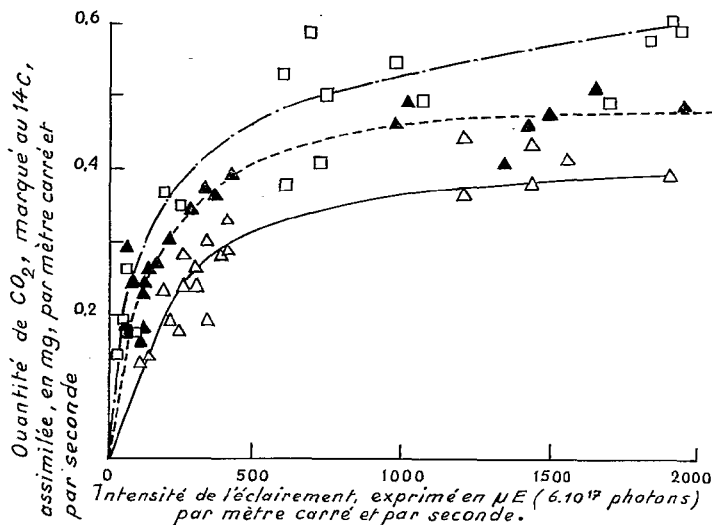
Les problèmes énergétiques prennent, jour après jour, une importance croissante ; les perspectives de l'épuisement, plus ou moins rapproché, des ressources en combustible d'origine fossile et spécialement en pétrole, et la hausse continue des prix qui en découle, menacent gravement les économies des pays industrialisés, et, par contre coup, des autres. Parmi les moyens envisagés actuellement pour disposer d'énergies d'appoint, l'utilisation de la biomasse végétale permettra, très probablement, de soulager un certain nombre de besoins énergétiques, surtout s'ils sont disséminés et d'importance moyenne.

On a rappelé déjà que, selon une récente enquête de l'UNESCO, on pouvait estimer l'accroissement annuel de la biomasse végétale, à l'échelle mondiale, à 165 milliards de t de matières sèches, dont la moitié environ provient des seules formations boisées ; son utilisation, très partielle (hydrolyse, pyrolyse, méthanisation etc...) est déjà entrée dans la pratique, et il est intéressant d'examiner dans quelle mesure les forestiers peuvent agir sur la production de cette biomasse. On doit d'abord remarquer que le prix relativement bas du matériau bois (surtout quand on envisage uniquement son emploi à des fins énergétiques), rend assez peu rentables des opérations d'amélioration des qualités physiques et chimiques des sols, d'un emploi courant en agriculture vivrière ; la génétique, améliorant la qualité des espèces ligneuses utilisées sera certainement efficace, mais à assez longue échéance. L'un des principaux moyens d'action des sylviculteurs restera donc l'intervention sur le matériel générateur, intervention qui peut s'exercer dans deux directions opposées : les éclaircies, qui diminuent le nombre des arbres et conduisent, si l'on se maintient dans des limites raisonnables, à l'obtention des arbres plus gros, à un âge donné, en sélectionnant, par ailleurs, ceux qui ont la meilleure conformation — et l'augmentation de cette même densité, afin de permettre aux peuplements d'utiliser mieux toutes les capacités offertes par les stations dans lesquelles ils sont installés. La production la plus élevée, constituée d'arbres de la meilleure qualité possible, sera obtenue par un subtil dosage de ces deux procédés. On a beaucoup écrit, ces dernières années, sur les éclaircies, et leurs multiples et heureux effets ; aussi, dans les lignes qui suivent, on attirera l'attention du lecteur sur ce que permet d'obtenir la simple majoration de la densité du matériel générateur sur pied. L'exemple est d'importance, puisqu'il porte sur 850.000 ha situés dans le sud-ouest de la France, dans la région des Landes de Gascogne, et recouverts en totalité de peuplements réguliers de pin maritime (1). Ces forêts appartiennent à peu près uniquement à des propriétaires particuliers, et fournissaient, jusqu'à une époque relativement récente, du bois (sciage : 40 %, raperie ou mines : 40 %, chauffage : 20 %), et de la résine. La production moyenne était estimée, en bois, à 3,5-4, et même 5 m³/ha/an, et, en résine, à 100-200 l/ha/an. Or, par suite de la mévente de ce dernier produit, surtout depuis le milieu du siècle, le gemmage a été peu à peu abandonné, et, comme il postulait la conduite de peuplements relativement clairs, la forêt landaise s'est lentement reconstituée. C'est l'Inventaire Forestier National qui, par 2 passages (1961 et 1978), a mis en relief cette évolution qui a fait passer le volume sur pied de la forêt résineuse landaise, de 78 millions de m³, en 1961, à 104 millions de m³, en 1978 ; selon de nombreux théoriciens, prônant les éclaircies fortes, l'accroissement courant annuel est lié faiblement à la densité du matériel

sur pied, et cette majoration de celui-ci (d'environ 33 %) n'aurait dû entraîner qu'une augmentation très modérée de l'accroissement annuel. Or, l'Inventaire Forestier National fait ressortir une forte majoration de cet accroissement courant annuel, qui passe de 4 millions de m³/an, à 6,4 millions de m³/an. Certes, l'abandon du gemmage a eu, à lui seul, une répercussion heureuse sur l'accroissement de la matière ligneuse (de 10 à 20 %, selon des sylviculteurs locaux) et les jeunes peuplements ont bénéficié des travaux d'amélioration du sol qui sont, encore partiellement, effectués au moment des semis ou des plantations ; mais, si l'on considère chaque classe d'âge (0 à 9 ans, 10 à 19 ans, 20 à 29 ans... jusqu'à 80 ans et plus) on observe, dans la quasi-totalité des cas, une majoration importante, et concomitante, du matériel sur pied, et de son accroissement courant annuel. Cet effet avait déjà été pressenti par certains forestiers locaux, alors que d'autres estimaient qu'il était d'importance négligeable, et il est curieux de remarquer que cette sorte de gigantesque expérience, due surtout au hasard, ait permis de déterminer qui était dans la vérité...

Bien entendu, cette liaison entre le matériel et l'accroissement ne se poursuivra pas indéfiniment ; mais, pour le moment, on ne remarque aucun signe « d'essoufflement », et cette vaste forêt de pin maritime des Landes de Gascogne, dont il était admis que la production normale en bois restait voisine de 4 à 5 m³/ha/an, pourra très probablement, grâce à l'augmentation du matériel sur pied, assurer une production régulière doublée.

R. CHIMBAULT, dans une série de notes internes au C. T. F. T., a récemment relaté les très importantes recherches effectuées actuellement en Grande-Bretagne, sur la photosynthèse, en particulier, et sur les relations entre ce phénomène et la production forestière. On pense, en général, que les forêts britanniques sont de peu d'importance, et de création récente, ce qui est en partie exact ; mais il ne faut pas oublier que l'Empire Britannique, puis le Commonwealth s'étendaient sur des territoires immenses, situés dans presque toutes les régions du globe terrestre. Il y a un siècle, les forestiers du Gouvernement de l'Inde étaient formés entre autres à l'École Nationale des Eaux et Forêts de Nancy ; l'auteur de cette chronique se souvient parfaitement que, tout au long de sa carrière, principalement dans le haut Jura, il recevait les promotions des élèves des Ecoles Forestières Britanniques (Oxford, Aberdeen, Edinburgh) où voisinaient, amicalement unis, Européens, Africains et Asiatiques. Cette tradition s'est conservée dans les Instituts, ou Départements d'Universités britanniques mentionnés plus haut, et des recherches de physiologie végétale appliquée à la sylviculture ont été, depuis quelques années, effectuées notamment en Ecosse (ou se trouvent situées la majorité des forêts, de création récente, de la Grande-Bretagne). Dès les années 1950, W. A. FAIRBAIRN publiait les résultats de ses premières recherches sur les mesures de lumière en forêt, sur ses variations en fonction des diverses opérations culturales, et sur les effets de l'éclaircissement relatif sur l'installation et le développement d'un certain nombre d'espèces résineuses, ces expériences étant organisées sous son impulsion, à l'Université d'Edinburgh ; un peu plus tard, l'Université d'Aberdeen, grâce aux travaux de J. M. NORMAN, et P. G. JARVIS, s'appliquait, d'une façon plus systématique, à déterminer avec précision comment la lumière intervient dans la conduite des opérations sylvicoles. Des études



Relations entre l'activité photosynthétique des aiguilles de l'année d'épicéa de sitka, et l'intensité de l'éclairciment, dans la partie supérieure des cimes, en juillet (Δ), en août (\blacktriangle) et en septembre (\square). Watts W. R.-Neilson R. E.-Jarvis P. G. (1976).

précises ont d'abord été conduites afin de déterminer la façon dont les radiations naturelles étaient interceptées par le couvert forestier (2), dans des peuplements d'épicéa de Sitka ; la hauteur du peuplement étant d'environ 12 m, la quasi-totalité des radiations étaient absorbées dans la région supérieure, située entre 6 m et 10 m du sol. L'angle, avec l'horizontale, des rameaux, était estimé, ainsi que l'intervention de ceux-ci dans l'interception des radiations visibles, et infra-rouges. Par ailleurs, était étudiée l'influence de la hauteur du soleil au-dessus de l'horizon, sur le pourcentage de radiations absorbées par les cimes. Dans une étude ultérieure (3) les deux mêmes auteurs reprenaient ces études d'une façon théorique, assortie d'un symbolisme assez complexe, et comparaient les résultats obtenus par le calcul, avec ceux observés dans le milieu naturel. Par la suite, C. JARVIS et R. E. NEILSON, utilisaient une technique mise au point par le second de ces auteurs, pour déterminer la façon dont les aiguilles de la même espèce (épicéa de sitka), absorbaient, par leurs stomates, le dioxyde de carbone atmosphérique (4-5). On employait, dans cette méthode, un dioxyde marqué au ^{14}C , et cette méthode permettait de différencier l'activité photosynthétique des aiguilles dans 3 niveaux différents dans les cimes (7,50 m, 8,50 m et 9,50 m du sol). C'est le niveau intermédiaire qui manifestait l'absorption la plus élevée ; l'influence de l'intensité de la lumière était aussi étudiée, et celle-ci était estimée, non en lux, ou en watts, ou bien en calories, mais en μE (c'est-à-dire, en micro Einstein, l'Einstein (E) étant l'énergie fournie par 6.10^{23} photons). L'adoption de ce genre d'unité, réservée aux spécialistes

de la Photobiologie, montre à elle seule le caractère avancé des recherches effectuées à Aberdeen ; de cette façon, on vérifiait que l'activité photosynthétique des aiguilles commence par s'accroître très rapidement, quand croît l'intensité lumineuse, puisque cette activité se ralentit, et aboutit à une sorte de palier de saturation aux éclairciments élevés. Par unité de surface, et à éclairciment égal, l'activité la plus élevée s'observait en septembre, et la plus basse en juillet, les aiguilles jeunes étaient nettement les plus actives (presque 2 fois plus, par unité de surface, que les aiguilles âgées d'une année).

D'autres recherches ont été effectuées, toujours à Aberdeen, par W. R. WATTS et R. E. NEILSON (6) sur le même épicéa de sitka, afin de mesurer les variations de la conductance des stomates, quand on passe de l'obscurité à la lumière, ou quand on modifie les conditions d'alimentation en eau dans le sol, et l'état hygrométrique de l'air. Auparavant P. C. JARVIS avait, en collaboration avec J. J. LANDSBERG, et M. B. SLATER, rédigé une étude originale, toujours sur l'épicéa de sitka, dans un peuplement jeune et dense (4.000 arbres/ha), où était étudiée spécialement l'absorption du rayonnement lumineux : l'albedo (proportion de l'énergie incidente renvoyée par les cimes) était voisin de 15 % ; la surface foliaire, concentrée surtout entre 6 et 8 m du sol, atteignait au total 10 ha par ha de peuplement (7). Par temps couvert, le pourcentage de lumière transmis aux différents étages du peuplement, restait sensiblement constant, quelle que soit l'heure de l'observation ; cette observation est importante, car, on l'a déjà souvent signalé, en opérant **par temps couvert bien égal**, on peut caractériser un peuplement d'une façon assez exacte, grâce à quelques mesures d'éclairciment relatif. Par temps ensoleillé, bien entendu, les valeurs changent constamment, suivant que la course du soleil dans le ciel, conduit à placer le point d'observation dans une tache de lumière, ou bien dans une plage d'ombre, et dans ce cas, l'emploi d'appareils enregistreurs ou totalisateurs peut, seul, donner des indications valables. Il est à noter enfin que P. G. JARVIS dirige actuellement le Département de Sylviculture et des Ressources Naturelles de l'Université d'Edinburgh.

* * *

Depuis une bonne dizaine d'années, les chercheurs italiens, spécialement à l'Institut de Sylviculture et d'Aménagement Forestier de Florence, s'appliquent à déterminer l'influence de la lumière sur l'installation et le développement de diverses espèces forestières ; ils ne font, en somme, que continuer, sur un plan plus scientifique, les observations de PLINÉ l'Ancien, qui, dans son Histoire Naturelle signalait déjà que l'ombre des grands arbres pouvait être nuisible (ou parfois utile) à certaines espèces végétales, amorçant, peut-être, la classique distinction actuelle entre les essences de lumière et les essences d'ombre. Un appareil de mesure du rayonnement solaire qui, à une certaine

époque, a été très utilisé par diverses stations de recherches forestières européennes, avait été inventé par le chanoine italien, Angelo BELLANI, dès l'année 1836, et perfectionné ensuite par CANTONI, avant d'être construit par l'Observatoire de Météorologie Physique de Davos (l'un des Centres mondiaux actuels de l'étude du rayonnement solaire) : les forestiers italiens utilisent le terme de « fotologia forestale ».

Actuellement, du reste, les recherches faites tant à Florence qu'à Bari se contentent d'étudier, en pépinière, ou en serre, l'influence de la réduction de l'intensité lumineuse, obtenue par des ombrières graduées, ou par des filets « Umbratex » à transparence variable (8-9-10) sur

le développement des semis d'espèces diverses, et tout spécialement sur leur changement de forme. Par exemple, dans l'une de ces études, R. GIANNINI et D. TASCIONE ont voulu vérifier si le sapin pectiné des Apennins, race considérée souvent comme assez exigeante en lumière, se comportait d'une manière différente de celle de notre sapin pectiné des Vosges ou du Jura. Ils ont donc organisé une série d'expériences successives, dont l'une comportait 7 degrés d'éclairement relatif (1 %, 3 %, 9 %, 15 %, 33 %, 50 % et 100 %), sur sol sec et sur sol humide, et ils ont ainsi montré que le sapin pectiné des Apennins est une race qui supporte bien l'ombre. Quelques années auparavant, R. GIANNINI avait travaillé, de la même façon, sur 5 espèces ligneuses de l'Italie centrale : le hêtre, l'épicéa, le sapin pectiné, le pin laricio et le mélèze, sous 3 degrés d'éclairement relatif (2 %, 20 % et 45 %) et il avait obtenu des indications très intéressantes sur le comportement, pendant les semaines qui suivaient la germination des graines, des jeunes plantules dans ces différentes conditions de lumière. Ainsi, le mélèze disparaissait rapidement sous 2 % d'éclairement relatif, le pin laricio ne dépérissait pas complètement sous cette lumière réduite, mais il se maintenait bien mieux à partir de 20 % ; l'épicéa commun, le sapin pectiné et le hêtre commun persistaient sous tous les

éclairagements, mais, pour toutes les espèces, se confirmait un changement de forme très intéressant, selon le micro-climat lumineux de leur station, et qui avait déjà été signalé par l'auteur de cette chronique (11-12). Le rapport entre la longueur de la partie aérienne, et celle de la partie souterraine (assurant l'alimentation en eau et en matières minérales diverses), restait, pour les espèces dites « d'ombre » (comme le hêtre commun, ou le sapin pectiné) assez voisin, quand l'on passait de l'éclairement relatif de 2 % à celui de 45 % ; par contre, pour les espèces considérées comme « de lumière », ce rapport était élevé sous 2 % d'éclairement relatif (axes longs, et racinelles courtes) et faible sous 45 % d'éclairement relatif (axes courts et racinelles longues). Ce changement de forme permettait de mieux comprendre pourquoi l'on rencontre des espèces d'ombre, plutôt dans les endroits peu éclairés, alors que les espèces de lumière s'installent et se développent mieux dans les trouées.

D'autres recherches ont été effectuées par les forestiers italiens sur les conditions de lumière qui favorisent, ou freinent, le développement de la végétation des ronces et des épilobes, qui viennent parfois concurrencer fortement les jeunes sujets des espèces ligneuses économiquement intéressantes (13).

* * *

Les chercheurs forestiers (ou universitaires) japonais, dont on avait signalé récemment la grande activité (voir : Bois et Forêts des Tropiques n° 173), continuent leurs publications.

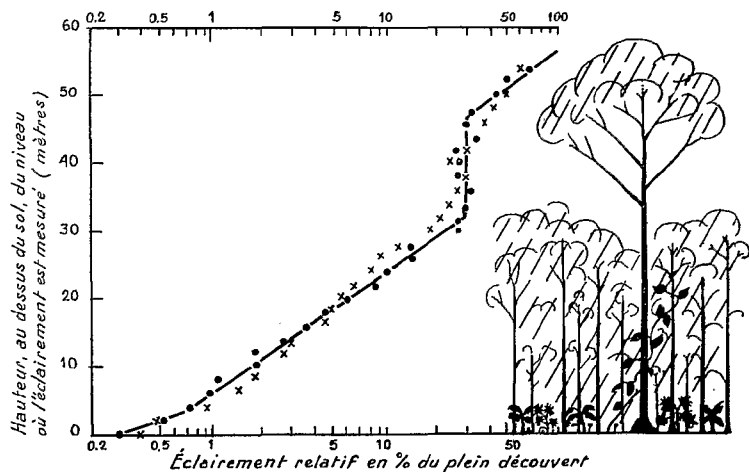
Le Journal de la Société Forestière Japonaise (14) a publié, sous la signature d'ARAKI, diverses études relatives au mélèze du Japon croissant sous 6 éclairagements relatifs différents (de 17 % à 100 %), utilisant la relation allométrique entre le volume, le poids total et celui des aiguilles, et également à un bouleau japonais, dont les peuplements ont été étudiés en ce qui concerne l'orientation des feuilles, selon leur position dans les cimes, l'extinction du rayonnement naturel en fonction de leur épaisseur, etc... L'éclairement relatif qui règne au voisinage des feuillages joue un rôle déterminant.

Tatuo KIRA a repris, il y a quelques années, l'étude systématique de la forêt de Pasoh, en Malaisie, déjà observée par divers auteurs, dont YODA (voir Bois et Forêts des Tropiques n° 173) ; la distribution verticale de l'éclairement relatif confirme que 70 % de l'énergie lumineuse est absorbée dans le tiers supérieur du peuplement (dont les arbres atteignent 60 m de hauteur) ; la surface foliaire est d'environ 7 m² par m² de peuplement. La biomasse est estimée à 425 t, environ, par ha, et l'accroissement total de la partie aérienne (tronc, branches et feuillages) à 5,3 t/ha, en un an, ce qui semble assez faible. Il est vrai qu'il s'agit d'une forêt âgée, en climat très humide et chaud, où les phénomènes de respiration, non seulement du matériel végétal, mais aussi des divers organismes qui vivent à ses dépens, tout spécialement au voisinage du sol, sont très importants (15).

Diverses autres publications concernant le degré de couvert, ou l'éclairement relatif, dans des peuplements de densités différentes, et concernant des espèces locales

comme *Cryptomeria*, mélèze du Japon, *Chamaecyparis*, pins divers, ainsi que de nombreux petits végétaux ligneux, éventuellement gênants pour les régénérations naturelles, sont signées d'auteurs variés ; on y retrouve la relation inverse entre la surface terrière de peuplements soumis à des éclaircies d'intensité variée, et l'éclairement relatif régnant au voisinage du sol, l'effet dépressif sur le volume total produit des éclaircies fortes, ou très fortes, la façon dont les taches de soleil se répartissent dans les peuplements de densités variées (phénomène étudié au début du siècle par WIESNER, en Autriche) et bien d'autres effets qui montrent, s'il en était besoin, combien, depuis quelques années, les chercheurs Japonais estiment importantes, les recherches, théoriques et pratiques, de Photologie Forestière. Si l'auteur de cette chronique ne craignait de se répéter, il déplorerait que, dans la littérature forestière française, et en mettant à part les travaux ou essais déjà anciens, de A. AUBREVILLE, de L. HUGUET et de R. CATINOT (cette énumération respectant l'ordre chronologique des publications), il ne trouve pas grand chose à se mettre sous la dent, en ce qui concerne les applications de cette discipline nouvelle à la sylviculture tropicale...

L. ROUSSEL.



Graphique montrant la réduction de l'éclairement relatif, quand on passe du niveau supérieur d'une forêt tropicale humide de Malaisie, au voisinage du sol (Yoda, 1974).

BIBLIOGRAPHIE

1. INVENTAIRE FORESTIER NATIONAL. — Résultats comparés des passages 1961 et 1978 dans les Départements des Landes et de la Gironde.
2. NORMAN (J. M.) et JARVIS (P. G.), 1974. — Photosynthesis in sitka spruce. *J. Appl. Ecol.*, 11, 375-398, April 1974, pp. 375-398.
3. NORMAN (J. M.) et JARVIS (P. G.), 1975. — Photosynthesis in sitka spruce. *J. Appl. Ecol.*, 12, 389-878, December 1975, pp. 839-878.
4. WATTS (W. R.), NEILSON (R. E.), JARVIS (P. G.), 1976. — Photosynthesis in sitka spruce. *J. Appl. Ecol.*, 13, August 1976, pp. 623-638.
5. NEILSON (R. E.), 1977. — A technique for measuring photosynthesis in conifers by $^{14}\text{CO}_2$ uptake. *Photosynthetica*, 11 (3), 1977, pp. 241-250.
6. WATTS (W. R.) et NEILSON, 1978. — Photosynthesis in sitka spruce. *Journal of Applied Ecol.*, 15, pp. 245-255.
7. LANDSBERG (J. J.), JARVIS (P. G.) et SLATER (M. B.), 1970. — The radiation régime of a spruce forest. UNESCO 1970 : Plant response to climatic factors- pp. 411-418.
8. GIANNINI (R.) et PAIERO (P.), 1971. — Esperienze preliminari sull' efficacia di alcuni sistemi di ombreggiamento in vivaio. Italia Forestale e Montana, Anno XXVI, Fasc. 4, pp. 151-156.
9. GIANNINI (R.), 1971. — Ricerche sull' azione della luce nei confronti della sopravvivenza e dello sviluppo di semenzali di varie specie forestali. Accademia Italiana di Scienze Forestali-Firenze, pp. 201-225.
10. GIANNINI (R.) et TASCIONE (D.), 1978. — Ulteriori indagini sull' influenza della luce sulla nascita e lo sviluppo dei semenzali di abete bianco. Italia Forestale e Montana, Anno XXXIII, fasc. 5, pp. 213-225.
11. ROUSSEL (L.), 1967. — De l'emploi des modèles réduits en sylviculture. *Revue Forestière Française* n° 12, pp. 737-745.
12. ROUSSEL (L.), 1969. — Le très jeune épicéa et la lumière. *Revue Forestière Française* n° 1, pp. 27-32.
13. GIANNINI (R.), 1972. — Ricerche sulla germinazione del seme di rovo, lampone e epilobio. Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze, pp. 369-388.
14. ARAKI Masayuki, 1969-1973. — *Journal of Japanese Forestry Society* : Vol. 51, n° 6 ; Vol. 53, n° 11 ; Vol. 54, n° 6 ; Vol. 55, n° 7 ; Vol. 55, n° 10.
15. KIRA Tatu. — Community architecture and organic matter dynamics in tropical lowland rain forests of Southeast Asia, with special reference to Pasoh Forest, west Malaysia. Faculty of Science, Osaka City University, pp. 561-590.

