

Les peuplements relictuels de *Pinus sylvestris* L. au Luxembourg

par

Paul DIEDERICH ¹⁾ et Jean-Luc SCHWENNINGER ²⁾

Abstract: The study of the epiphytic lichen flora (especially the presence of the lichen *Imshaugia aleurites*), as well as the results of palynological, ecological and genetical studies, give powerful arguments for the existence of relict demes of *Pinus sylvestris* in the sandstone area of Luxembourg. The native stands are located on sandstone outcrops and rocky islands (large isolated bolders) along the plateau margins. Sustained and currently excessive trampling pressures related to recreational and tourist activities threaten their survival unless precautionary acts of conservation are rapidly enforced so as to maintain a viable population.

1. Historique

Après la dernière glaciation (notamment les périodes pré-boréale, 8300-7500 et boréale, 7500-6200 avant J.-C.), le pin sylvestre était largement répandu dans nos régions, et la végétation forestière des plateaux sablonneux au-dessus des escarpements rocheux du grès de Luxembourg était dominée par *Pinus sylvestris* (Schwenninger, 1989). Pendant les périodes suivantes (atlantique, sub-boréale et sub-atlantique), le pin s'est raréfié à cause de l'implacable concurrence des feuillus et finalement surtout du hêtre, et il était considéré comme ayant disparu du Luxembourg depuis plusieurs milliers d'années. Les cartes de répartition du pin à l'échelle européenne montrent que son aire de distribution ne touche pas notre pays, la limite occidentale de l'espèce passant par la République Fédérale d'Allemagne.

Les premiers botanistes luxembourgeois parlent très peu de *P. sylvestris*. Tinant (1836) donne comme seule indication "Les bois". Tinant (s.d.) dit qu'il se rencontre "généralement partout" dans "Les bois montueux sablonneux". Koltz (1873, 1875) ne connaît le pin qu'à l'état cultivé, et il nous informe que les premières plantations ont eu lieu en 1810 dans les bois du Howald (Hesperange) et du Grünwald, en 1816 au Beyerholz, en 1827 à Reisdorf, en 1833 au Leesbüsch (Ansembourg), et que l'espèce a été plantée plus fréquemment depuis 1841. Tinant (1826: 300) précise que *P. sylvestris* a été planté avec succès dans la forêt du Grünwald en des clairières.

Notons encore que Marchand (1828, 1829, 1830) signale les champignons *Thelephora cariophyllea* DC. "Ad terram in pinetis prope Bourscheid. Rarius", *Hydnum hybridum* Bull. "In pinetis sylvae Grünwald", *Agaricus deliciosus* Schaeff.

¹⁾ Musée National d'Histoire Naturelle, Marché-aux-Poissons, L-2345 Luxembourg

²⁾ 18, route de Grundhof, L-6550 Berdorf

"In pinetis prope Erpeldingen et sylvam Grünwald", *Agaricus aurantiacus* Bull. "In pinetis et nemorosis ineunte autumnno", *Peridermium pini* Leveillé "Ad corticem et in foliis Pini sylvestris", *Peridermium abietis* Marchand "In foliis Pini abietis", *Licea strobilina* Alb. & Schw. "In conis antiquis dejectis Pinorum", *Hypoderma pinastris* Schrad. "In foliis mortuis Pini", et les lichens *Patellaria punctiformis* DC. "In plurimarum arborum cortice praesertim Alni et Pini prope Luxemburg, Faiencerie, &c. &c.", *Schizoxylon sepincola* Pers. "Haud frequens in truncis Pini dejectis prope Bourscheid", et *Peltigera aphthosa* DC. "In pinetis sylvae Grünwald ...". Comme Marchand a attribué au genre *Pinus* d'autres espèces de conifères (p. ex. du genre *Abies*), toutes ces données doivent être reprises avec une certaine prudence.

Le botaniste néerlandais Barkman (1949) semble être le premier à avoir supposé l'état spontané du pin sylvestre dans la région du grès de Luxembourg. Il écrit "Néanmoins il me semble que les petites parties de pineraies, qu'on rencontre toujours sur les bords saillants des plateaux, pourraient être naturelles ou mi-naturelles, vu qu'elles sont trop fréquentes et se trouvent sur des places trop peu accessibles à l'homme pour suggérer une plantation artificielle; en outre la forme de croissance et le placement irrégulier des arbres donnent aussi une indication en ce sens."

Dans son étude sur les forêts du grès de Luxembourg, Reichling (1951) suppose que le pin sylvestre a été planté dans ses stations luxembourgeoises. Il présente une étude phytosociologique des pineraies installées sur le grès de Luxembourg, et fait l'observation intéressante que "La régénération tant naturelle qu'artificielle du hêtre et de la hêtraie semble rencontrer des obstacles sous les futaies de pin. De jeunes plants du hêtre n'ont été constatés dans aucun relevé, pas même dans les cas où le hêtre participe à la strate arborescente ou se trouve à proximité de l'endroit étudié." Plus tard, le même auteur (Reichling, 1985) pense que "la survie de petites populations de pin en des biotopes extrêmes, tels des rochers saillant au-dessus des cimes de la futaie de hêtres (p. ex. région de Berdorf) ne peut pas être catégoriquement exclue."

Il y a quelques années Schwenninger (1987) vient de réaliser un mémoire consacré essentiellement à l'étude des populations de pin au-dessus des escarpements rocheux de la région de Berdorf, et notamment des îlots de grès isolés et peu accessibles. L'auteur conclut que "The view that *Pinus sylvestris* is an introduced species has been challenged and the combined evidence of ecological and electrophoretic results suggests that the conifer is more likely to be native to the study area." Le même auteur affirme dans son étude palynologique de la région de Berdorf (Schwenninger, 1989) que "The sandstone outcrops around the Berdorf plateau are very interesting from an ecological point of view in that this very diverse habitat has been a refuge for a relictual flora including the fern *Hymenophyllum tunbrigense*, *Pinus sylvestris*, probably lime and maybe juniper, heather and other plant species."

Les relations étroites existant entre la distribution du lichen *Imshaugia aleurites* et les populations relictuelles de *P. sylvestris* au Luxembourg et dans les Ardennes belges ont été signalées par Diederich (1988).

2. Arguments en faveur de l'indigénat de certaines populations de *Pinus sylvestris* au Luxembourg

2.1. Arguments palynologiques

Des études palynologiques ont été réalisées dans la région de Beaufort, Berdorf, Echternach et Reisdorf par Couteaux (1969, 1970), Sauvage (1951), Schwenninger (1986, 1989) et Slotboom (1963). Les résultats ont montré que pendant les derniers 10000 ans le pin était constamment présent, la quantité de pollen variant entre 2 % et 20 %. Comme le pin produit une quantité énorme de pollen (jusqu'à 6 millions de grains par inflorescence; Pohl, 1937) dont la taille et la morphologie des grains les rendent particulièrement susceptibles au transport à grande distance, il serait imaginable que la totalité du pollen trouvé lors de ces études palynologiques ait été apporté par des masses d'air en provenance d'autres régions où le pin est indigène. Ceci est cependant peu probable si l'on considère que 50 % du pollen produit par un pin ne s'éloigne que de 50 m ou moins du tronc, et que le restant est déposé en majeure partie sur une distance de quelques centaines de mètres (Koski, 1970). Une quantité très faible, mais non négligeable peut être entraînée à des distances pouvant atteindre plusieurs milliers de kilomètres (Nichols & al., 1978; Tyldesley, 1973).

Toutefois, pour la région concernée ici la circulation atmosphérique dominant durant la période de floraison du pin ne paraît à priori pas favorable à une contribution significative de pollen en provenance de populations indigènes situées essentiellement à l'est. Au contraire, le mouvement de masses d'air maritime se faisant à partir des côtes atlantiques vers l'intérieur du continent, il est vraisemblable que la majorité du pollen transporté à plus grande distance soit entraîné vers l'est.

Aussi la production récente de pollen telle que représentée dans les niveaux supérieurs des spectres polliniques ne diffère quantitativement des échantillons historiques (fréquence déterminée par le calcul de la concentration de grains par volume de sédiment et non par la méthode des pourcentages), ce qui amène à suggérer une présence continue, ainsi qu'une distribution géographique régionale et une performance reproductive similaire de l'espèce au cours des derniers 8000 ans.

Le doute concernant la survie d'une population indigène de pin durant le post-glaciaire subsiste malgré tout en raison des limites actuelles de la palynologie.

Une preuve sans équivoque de la présence du pin pendant des époques historiques pourrait être fournie par l'étude des charbons de bois fossile provenant des sites archéologiques situés au pied des rochers (Leesch, 1983; Blouet & al., 1984). Contrairement au pollen, les fragments de charbon de bois sont trop larges pour avoir été déposés par le vent et se préservent bien dans les sols acides. Leur présence dans les niveaux d'occupation s'explique par la collecte de bois, certes sélective, par les habitants préhistoriques et historiques, et la seule présence de quelques morceaux suffirait à fournir un élément de preuve convaincant.

2.2. Arguments écologiques

Les rochers exposés du grès de Luxembourg étaient colonisés jadis par une végétation typique des endroits sablonneux et secs: strate arborescente dominée par *Pinus sylvestris*; strates arbustive et herbacée formées de jeunes pins, de *Juniperus communis*, *Betula pubescens*, *Lonicera periclymenum*, *Calluna vulgaris*, *Vaccinium myrtillus*, *Pteridium aquilinum*, etc.; strate muscinale bien développée, entremêlée

de lichens des genres *Cetraria* (*C. islandica*, disparu depuis la fin du 19^e siècle), *Cladonia* (y compris le sous-genre *Cladina*), *Coelocaulon* et *Stereocaulon* (*S. tomentosum*, disparu depuis le début du 19^e siècle).

Lorsque les feuillus ont commencé à devenir dominants dans nos forêts, et surtout à partir de l'apparition du hêtre, le plus redoutable concurrent du pin, les pinèdes ont dû céder leur place aux bois d'arbres à feuilles caduques.

Les emplacements sur les escarpements rocheux ont cependant pu garder une partie de leur végétation initiale. D'une part, le hêtre ne peut pas prendre pied sur les rochers, le substrat y étant trop sec et trop pauvre. D'autre part, le hêtre ne peut pas menacer les pins à partir du pied des rochers, ceux-ci étant trop élevés.

Il est intéressant de noter que la régénération du pin se fait aujourd'hui sans problèmes sur les rochers isolés dépourvus d'influence humaine, tandis que le nombre de plants de feuillus y est très faible.

2.3. Arguments génétiques

En 1987 les aiguilles de 94 pins des alentours de Berdorf ont été étudiées par électrophorèse de zone en vue de déterminer la variabilité génétique des populations, et dans l'espoir de pouvoir reconnaître des populations indigènes (Schwenninger, 1987).

Faute de ressources financières, l'étude fut limitée à l'examen d'une seule protéine sur support de gel d'acétate de cellulose. Toutefois, les chances de sous-estimer le nombre de génotypes en raison de différenciations à d'autres loci étaient réduites étant donné que le choix porta sur les enzymes d'estérases, lesquelles s'avèrent être polymorphiques pour de nombreux organismes, y compris les arbres forestiers (Cheliak & Pitel, 1984), les conifères (Conkle & al., 1982) et les pins (Rudin & Rasmuson, 1973; Strauss, 1987; Yazdani & al., 1985). Néanmoins, des problèmes d'interprétation liés au complexe des estérases (Richardson & al., 1986) ainsi que la médiocrité des résultats obtenus lors de cette première analyse imposent des conclusions prudentes dans l'attente de futures investigations.

Une étude des fréquences alléliques n'a pas pu être réalisée en raison de la mauvaise résolution des bandes d'activité. Il s'agit là d'un problème purement technique lié pour l'essentiel à la mise au point de recettes spécifiques de préparation du tissu et d'extraction des enzymes, nécessitant plus de temps qu'il n'était disponible dans le cadre de ce travail pilote.

Malgré ces difficultés, la simple comparaison de zones diffuses d'activités a permis de déceler un degré d'hétérogénéité inattendu parmi la population de pins et coïncidant avec un regroupement géographique des électromorphes. Si cette trouvaille se confirme par des analyses ultérieures, on pourrait y voir une preuve pour la présence d'unités familiales à génotypes distincts et présumés indigènes, le long des escarpements rocheux.

En tout cas, la variabilité morphologique aisément observable à l'oeil nu en rebord de plateau, et communément exprimée par des variations phénotypiques telles que la hauteur des pins et la longueur de leurs aiguilles n'a pas pu être attribuée à un génotype particulier. Ces critères visibles ne permettent donc pas de

différencier entre des individus indigènes et introduits, mais expriment simplement des changements liés à l'environnement physique et notamment du substrat.

Enfin il faut relever le fait qu'une zone d'activité peu commune semble caractériser les individus du Binzeltschloeff dont les troncs sont particulièrement riches en *Imshaugia aleurites*, et qui différencie ces conifères du restant de la population étudiée. En l'absence de travaux complémentaires il est impossible d'évaluer la valeur de ce marqueur génétique, mais il est évident que ce groupe d'individus possède un attrait scientifique exceptionnel et qu'il convient donc de préserver le site du Binzeltschloeff, tout particulièrement surfréquenté, en raison des facilités de stationnement en voiture, du piétinement par les touristes.

3. Preuve de l'indigénat basée sur la présence du lichen épiphytique *Imshaugia aleurites* ?

3.1. *Imshaugia aleurites* est-il lié aux populations luxembourgeoises relictuelles de *Pinus sylvestris* ?

Le lichen *Imshaugia aleurites* (Ach.) Fricke Meyer (syn. *Parmeliopsis a.* (Ach.) Nyl.) est relativement fréquent sur les populations de pin situées sur les rochers exposés du grès de Luxembourg, mais manque presque complètement dans les plantations de pin éloignées des escarpements rocheux, ou sur d'autres arbres. A l'étranger, ce même lichen se retrouve surtout sur les écorces acides de pins ou d'épicéas, ou encore sur du bois de conifères.

Dès lors se pose la question si *I. aleurites* serait lié dans nos régions à des populations spontanées de *Pinus sylvestris*. Nous voudrions répondre à cette question par l'affirmative, en raison des observations suivantes:

a) *I. aleurites* est fréquent sur les pins des stations naturelles ou semi-naturelles des sommets des escarpements rocheux. Le lichen est rarissime ou absent ailleurs.

b) *I. aleurites* est fréquent en ces sites (p. ex. sur le rocher du Binzeltschloeff) sur un certain nombre de troncs de *P. sylvestris*, mais manque sur les autres arbres. Deux exceptions ont été la découverte de quelques thalles sur un tronc de *Fagus* et un autre de *Betula* au Binzeltschloeff (Diederich, 1985), mais ceci s'explique par une accessibilité très élevée d'*I. aleurites* en ces endroits.

c) Les troncs les plus âgés présentent souvent de nombreux thalles du lichen, tandis que les troncs plus jeunes en présentent très peu.

d) L'herbier du Musée national d'histoire naturelle de Luxembourg (LUX) possède deux spécimens d'*I. aleurites* récoltés par Tinant au début du siècle passé (vers 1840) sur l'écorce de *Pinus*. Même si les spécimens ne sont accompagnés d'aucune indication sur leur provenance, on peut estimer que les collections de lichens de Tinant proviennent toutes du Luxembourg, et plus précisément du Gutland (Diederich, 1986). Il est d'ailleurs vraisemblable qu'un grand nombre de spécimens de Tinant (auxquels sont souvent attachés des grains de sable du grès de Luxembourg) proviennent de la région de Berdorf.

e) Les premières plantations de pin aux alentours de Berdorf datent de la fin du 19^e siècle. Un plan détaillé de ces forêts montrant la date précise pour chaque par-

celle nous a été montré par M. Jean-Marc Weis, garde forestier de Berdorf. D'autre part Bronn & Courtois (1827) ont parcouru la vallée du Hallerbaach et du Haulpeschbaach près de Beaufort en 1826; dans le compte-rendu de leur excursion ils racontent avec enthousiasme que dans les Ardennes belges les premiers essais de plantations de pin ont été faits, tandis qu'il n'en parlent pas à propos du Hallerbaach. On peut en conclure que les premières plantations de pin de cette région sont avec certitude postérieures à 1830, et que la majorité des plantations datent de la fin du siècle.

f) Au siècle dernier et au début de ce siècle, de nombreuses pinèdes ont été créées par semis (Rillensaat) (Sinner, comm. pers.). L'introduction au siècle passé du lichen *I. aleurites* par des arbres plantés en provenance étrangère est ainsi peu probable.

Ces observations suggèrent les conclusions suivantes:

Dans nos régions, le lichen *I. aleurites* a un pouvoir de colonisation très faible. L'apparition des premiers thalles nécessite des troncs vieux d'au moins 50 ans, et la présence de nombreux thalles ne s'observe que sur des troncs relativement vieux (de l'ordre de 100 ans). D'autre part on observe régulièrement des troncs assez vieux dépourvus du lichen, qui ne sont distants d'autres troncs colonisés par *I. aleurites* que de quelques mètres. L'apparition du lichen dans de nouvelles stations se fait ainsi très rarement et nécessite des durées de l'ordre de décennies (s'il existe des stations proches) ou même de siècles. La colonisation d'arbres autres que le pin ne se fait qu'exceptionnellement, et sous condition qu'il y ait des pins recouverts du lichen dans un voisinage de l'ordre de 10 mètres.

Toutes ces considérations montrent

(a) que le lichen *I. aleurites* existe depuis des siècles au Luxembourg (une introduction récente simultanée en de nombreuses stations luxembourgeoises étant invraisemblable);

(b) que *I. aleurites* a colonisé dans toutes ses stations et depuis toujours l'écorce de *P. sylvestris*.

Nous voudrions affirmer ainsi que dans toutes les stations luxembourgeoises actuelles de *I. aleurites*, soit *P. sylvestris* existe à l'état naturel, soit les derniers troncs indigènes ont disparu après l'introduction en ces mêmes sites de plantations de pin.

Notons finalement que *I. aleurites* n'est connu que d'une seule station de Belgique (environs de Malmédy), et que ce site ressemble fortement à ceux du Luxembourg (quelques individus de *P. sylvestris* formant une population apparemment naturelle ou semi-naturelle sur des escarpements rocheux) (Lambinon, 1967; Sérusiaux, comm. pers.). On peut estimer par la suite que ces quelques arbres représentent une population indigène de *P. sylvestris* dans les Ardennes belges.

3.2. Les stations et les récoltes luxembourgeoises d'*Imshaugia aleurites* (sur *Pinus sylvestris*)

- (1) Berdorf, point de vue du Roitzbaach (IFBL: K9.51.43), 21.9.1966, Lambinon 66/1432 (LG, LUX).
- (2) Berdorf, Zickzackschloeff (K9.51.43), 15.8.1984, Diederich 5837.
- (3) Berdorf, Binzeltshoeff (L9.11.12), 15.5.1981, Diederich 3100.
- (4) Berdorf, vallon de l'Aesbaach, Perekop (L9.12.12), 5.3.1987, Diederich 7784.
- (5) Beaufort, vallon du Haupeschaach, dans une forêt à *Pinus* et à *Quercus* (K8.58), 7.1949, Maas Geesteranus 3831 (L).
- (6) Graulinster, Marscherwald, sur un petit escarpement du grès de Luxembourg (L8.38), 29.5.1966, Lambinon 66/281 (LG).
- (7) Hollenfels, vallon du Mandelbaach (L8.34.32), 14.6.1986, Diederich 7059. Très rare sur un seul tronc dans une plantation de *Pinus sylvestris*.
- (8) S. loc., vers 1840, Tinant 101 (LUX).
- (9) S. loc., vers 1840, 'cort. pini', Tinant s.n. (hb. Rheinhardt: LUX, sub *Placod. canescens*).

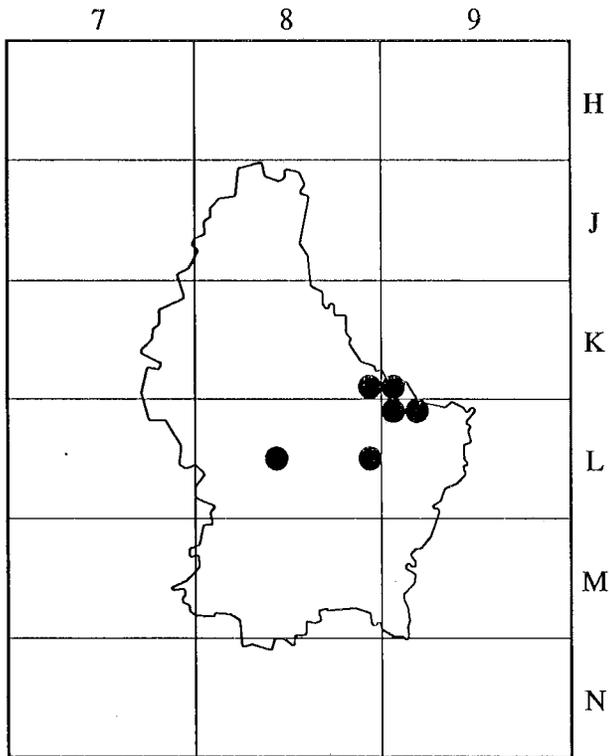


Fig. 1. Carte de répartition du lichen *Imshaugia aleurites* au Luxembourg suivant la méthode de cartographie I. F. B. L. Chaque symbole représente un carré de 4x4 km².

4. Menaces et mesures de protection

Par le piétinement excessif des rochers par des touristes, de même que par l'exercice de l'escalade, de très nombreux rochers ont eu une surface complètement dénudée, ne permettant plus au pin de se régénérer, et favorisant la destruction des troncs restants par le vent.

Afin d'éviter la destruction imminente des derniers peuplements relictuels de *Pinus sylvestris* sur les rochers du grès de Luxembourg, des mesures de protection sévères s'imposent. Les étapes les plus importantes à suivre sont les suivantes:

- (a) Réaliser un inventaire détaillé des populations naturelles ou semi-naturelles de *P. sylvestris* (étude de la végétation, de la dégradation du sol, de l'état de santé des arbres, des menaces de destruction). Déterminer l'âge de tous les arbres à l'aide de la tarière de Pressler en vue de détecter des pins âgés (de l'ordre de 150 ans). Etudier d'une façon plus systématique et approfondie les archives forestières pour éclaircir le problème de l'indigénat du pin.
- (b) Réaliser un inventaire de tous les troncs portant le lichen *Imshaugia aleurites* (avec indication du nombre de thalles par tronc).
- (c) Interdire l'accès aux stations les plus importantes pour empêcher le piétinement du sol (accès limité aux points de vue; diminution du nombre de chemins traversant les pinèdes; clôtures en bois longeant les chemins pour éviter le piétinement des terrains adjacents; panneaux explicatifs informant les promeneurs et les touristes sur l'intérêt naturel de ces sites).
- (d) Interdire l'escalade sur presque tous les rochers; escalade contrôlée et non excessive en un site ne présentant pas de risque pour les peuplements de pins.
- (e) Sur les rochers complètement dénudés, favoriser la régénération du pin par des moyens artificiels (p. ex. installation de dalles en bois, permettant l'apparition de litière, dans laquelle une régénération naturelle pourra avoir lieu).
- (f) Engager une ou plusieurs personnes contrôlant les sites pendant la saison touristique.

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier MM. Léopold Reichling (professeur e.r.) et Jean-Marie Sinner (Eaux et Forêts, ingénieur-chef du service Conservation de la Nature) pour la lecture attentive du texte et des commentaires du plus haut intérêt, MM. Jean-Marc Weis (garde forestier à Berdorf) et Pierre Kalmes (ingénieur des Eaux et Forêts) pour des discussions intéressantes sur le sujet, le Dr Emmanuel Sérusiaux pour des informations sur la présence d'*Imshaugia aleurites* en Belgique, ainsi que Mme Julie Dunn, M. Ralph Oxley et les Drs Gary Carvalho et Antony Smith (Université du Pays de Galles à Bangor) pour l'assistance à la réalisation du projet d'électrophorèse.

Bibliographie

Barkman, J. J., 1949. - Notes sur quelques associations épiphytiques de la Petite Suisse Luxembourgeoise. - *Arch. Inst. G.-D. Luxemb., Sect. Sc. nat. phys. math., N. S.* 18: 79-94.

- Blouet, V., J. Kartheiser, D. Leesch & J.-L. Schwenninger, 1984. - Le gisement mésolithique Kaalekapp 2. - *Bull. Soc. Préhist. luxemb.* 6: 1-30.
- Bronn, M. & R. Courtois, 1927. - Verslag van een plant- en landbouwkundig reisje, gedaan in Julij 1826, langs de oevers der Maas, van Luik naar Dinant, in de Ardennes en het Groothertogdom Luxemburg. - *Bijdr. natuurk. Wetensch.* 2: 450-479.
- Cheliak, W. M. & J. A. Pitel, 1984. - Techniques for starch gel electrophoresis of enzymes from forest tree species. - Information report PI-X-42. Petawawa National Forestry Institute, Canadian Forestry Service, Canada.
- Conckle, M. P., P. D. Hodgskiss, L. B. Nunnally & S.C. Hunter, 1982. - Starch gel electrophoresis of *Cinifer* seed: a laboratory manual. - General technical report PSW-64, Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station, Berkeley, California.
- Couteaux, M., 1969. - Recherches palynologiques en Gaume, au pays d'Arion, en Ardenne méridionale (Luxembourg belge) et du Grand-Duché de Luxembourg. - *Acta Geographica Loviensia* 8: 148-178.
- Couteaux, M., 1970. - Etude palynologique des dépôts quaternaires de la vallée de la Sûre à Echternach et à Berdorf, et de la Moselle à Mertert. *Arch. Inst. G.-D. Luxemb., sect. Sc. nat. phys. math.* 34: 297-336.
- Diederich, P., 1985. - Macrolichens nouveaux ou intéressants pour la flore luxembourgeoise. - *Bull. Soc. Nat. luxemb.* 85: 21-27.
- Diederich, P., 1986. - Macrolichens nouveaux ou intéressants pour la flore luxembourgeoise (2). - *Bull. Soc. Nat. luxemb.* 86: 117-123.
- Diederich, P., 1988. - Book reviews: Répartition et écologie des macrolichens épiphytiques dans le Grand-Duché de Luxembourg; by E. Wagner-Schaber. - *Lichenologist* 20: 301-302.
- Gob, A., J. Heim, F. Spier & P. Ziesaire, 1984. - Nouvelles recherches à l'abri du Loschbour près de Reuland (Grand-Duché de Luxembourg). *Bull. Soc. Préhist. luxemb.* 6: 87-101.
- Koltz, J.-P.-J., 1873. - Prodrome de la Flore du Grand-Duché de Luxembourg. Première partie. Plantes Phanérogames. - Buck, Luxembourg, 279 p.
- Koltz, J.-P.-J., 1875. - Dendrologie luxembourgeoise. - Luxembourg, Buck, 217 p.
- Koski, V., 1970. - A study of pollen dispersal as a mechanism of gene flow in conifers. *Commun. Inst. For. Fenn.* 70 (4): 1-78.
- Lambinon, J., 1967. - Cryptogames intéressants recueillis en 1966 au Grand-Duché de Luxembourg. - *Bull. Soc. r. Bot. Belg.* 101: 67-85.
- Leesch, D., 1983. - Le gisement préhistorique Kaalekapp 2, Berdorf, Grand-Duché de Luxembourg. Résultats des deux premières campagnes de fouilles 1981 et 1982. - Univ. de Bâle, mémoire non publié.
- Marchand, L., 1828. - Eerste Verhandeling over de cryptogamische Planten van het Groothertogdom Luxemburg. - *Bijdr. natuurk. Wetensch.* 3: 252-282.
- Marchand, L., 1829. - Tweede Verhandeling over de cryptogamische Planten van het Groothertogdom Luxemburg. - *Bijdr. natuurk. Wetensch.* 4: 42-51, 263-281.
- Marchand, L., 1830. - Derde Verhandeling over de cryptogamische Planten van het Groothertogdom Luxemburg. - *Bijdr. natuurk. Wetensch.* 5: 184-199.
- Nichols, H., P. M. Kelly, J. T. Andrews, 1978. - Holocene palaeo-wind evidence from palynology in Baffin Island. - *Nature* 273: 140-142.
- Pohl, F., 1937. - Die Pollenerzeugung der Windblüter. - *Botanisches Zentralblatt* 56A: 365-470.
- Reichling, L., 1951. - Les forêts du Grès de Luxembourg. - *Bull. Soc. r. Bot. Belg.* 83: 163-212.

- Reichling, L., 1985. - Hétéroptères du Grand-Duché de Luxembourg. 2. Quelques espèces peu connues, rares ou inattendues. - *Trav. Sc. Musée Hist. Nat. Lux.* 4 (2): 45 p.
- Rudin, D. & B. Rasmuson, 1973. - Genetic variation in esterases from needles of *Pinus sylvestris* L. - *Hereditas* 73: 89-98.
- Sauvage, J., 1951. - Etude pollenanalytique des tourbières du Gutland. - *Bull. Soc. Nat. luxemb.* 45: 52-59.
- Schwenninger, J.-L., 1986. - Palynology of alder carrs and palaeoecological aspects of forest succession, stability and composition at Berdorf, Luxembourg. - Univ. Sheffield, mémoire non publié.
- Schwenninger, J.-L., 1987. - An ecological investigation of the vegetation of sandstone outcrops near Berdorf, Luxembourg. - Univ. Bangor, mémoire non publié.
- Schwenninger, J.-L., 1989. - Pollen analysis and community structure of Holocene forests: A regional palynological study of the Middle and Upper Postglacial from semi-subhydric alder carr sediments at Berdorf (Luxembourg). - *Bull. Soc. Nat. luxemb.* 89: 157-196.
- Slotboom, R. T., 1963. - Comparative geomorphological studies and palynological investigations of the Fringes (Vosges), the Hautes Fagnes (Belgium) and the Mardellen in the Gutland (Luxembourg). - Univ. Amsterdam, thèse.
- Strauss, S. H., 1987. - Heterozygosity and developmental stability under inbreeding and crossbreeding in *Pinus attenuata*. - *Evolution* 41 (2): 331-339.
- Tinant, F. A., 1826. - Waarnemingen over den grond en de gewassen van het domeinbosch Grtinenwald bij Luxemburg. - *Bijdr. natuurk. Wetensch.* 1: 300-304.
- Tinant, F. A., 1836. - Flore luxembourgeoise. - Kuborn, Luxembourg, 512 p.
- Tinant, F. A., s.d. - Catalogue alphabétique des plantes indigènes trouvées dans le Grand-Duché de Luxembourg. - Manuscrit non publié, Bibl. Nat. Luxemb., Rés. Préc., MS.I: 235.
- Tyldesley, J. B., 1973. - Long range transmission of tree pollen to Shetland. I, II, III. - *New Phytologist* 72: 175.181, 183-190, 691-697.
- Yazdani, R., O. Muona, D. Rudin & A. E. Szmidt, 1985. - Genetic structure of a *Pinus sylvestris* L. seed-tree stand and naturally regenerated understory. - *Forest Science* 31 (2): 430-436.