Envahissement du hêtre dans les érablières dépérissantes au Québec[1]

Louis Duchesne, Jean-David Moore, Rock Ouimet

Introduction

Que ce soit pour leur production de sirop, de bois ou encore pour leur valeur esthétique et récréotouristique, les érablières occupent une place de choix dans le cœur des Québécois. Toutefois, les érablières ne sont pas à l'abri des perturbations. L'épisode du verglas à l'hiver 1998 en est un exemple. Il ne faudrait pas non plus oublier le phénomène du dépérissement des érablières[2]. Bien qu'il ne soit pas reconnu comme une perturbation mais bien comme le résultat d'une ou d'un ensemble de perturbations, le dépérissement, de par son étendue, sa durée et l'ampleur des dommages causés aux arbres, est sans contredit le phénomène le plus répandu dans les érablières depuis les 20 à 30 dernières années au Québec (Roy *et al.*, 2004) et dans le Nord-Est américain (Horsley *et al.*, 2002). De nos jours, le dépérissement toucherait encore plusieurs érablières, et ce, à différentes intensités. En plus de la baisse de vigueur de l'érable à sucre (*Acer saccharum* Marsh.; Duchesne *et al.*, 2002, 2003), des observations effectuées au cours des dernières décennies dans les érablières du Québec soulèvent des interrogations quant à l'évolution de plusieurs d'entre elles. En effet, la présence accrue de la régénération du hêtre à grandes feuilles (*Fagus grandifolia* Ehrh.) en sous-étage a été constatée dans certaines érablières au Québec (Brisson *et al.*, 1994; Beaudet *et al.*, 1999). Plusieurs forestiers de terrain ont également remarqué ce fait, laissant croire qu'il pourrait s'agir d'un phénomène assez répandu dans les érablières québécoises.

Certains chercheurs ont avancé l'hypothèse que l'aménagement forestier pourrait expliquer la présence accrue du hêtre (Siccama, 1971; Jones *et al.*, 1989), mais les quelques travaux de recherche effectués dans certaines érablières du Québec indiquent que ce phénomène pourrait aussi s'étendre aux forêts non aménagées (Brisson *et al.*, 1994, Pothier, 1996, Beaudet *et al.*, 1999; Majcen, 1995, 1996, 1998, 1999). Par exemple, Pothier (1996) a constaté une hausse de près de 300 % des gaules de hêtre, au cours d'une période de dix ans, dans des stations non aménagées. Ce changement a été attribué à la mortalité des tiges d'érables à sucre de gros diamètre, provoquée par le dépérissement de l'érable et par l'augmentation de la luminosité au sol qui s'en est suivi. Dans ce contexte, il semble que l'augmentation de la présence du hêtre ne soit pas le simple résultat de l'aménagement forestier. D'autres mécanismes interviennent.

Afin de vérifier et de confirmer l'importance de l'augmentation de la présence du hêtre dans les érablières au Québec, des chercheurs de la Direction de la recherche forestière (DRF) du ministère des Ressources naturelles et de la Faune, ont étudié les peuplements forestiers du Réseau d'étude et de surveillance des écosystèmes forestiers du Québec (RESEF; figure 1). Le RESEF est un réseau de plus d'une trentaine de stations d'étude permanentes établies à partir de 1986 dans des forêts non aménagées à travers les trois principaux domaines forestiers que sont l'érablière, la sapinière et la pessière. Pour chacun des peuplements, plusieurs caractéristiques, dont la régénération et la mortalité des différentes essences, sont évaluées sur une base quinquennale. Ainsi, afin d'étudier le phénomène de l'envahissement du hêtre dans les érablières, nous disposions de 12 stations de 0,5 ha réparties sur l'ensemble du territoire de l'érablière au Québec et pour lesquelles ces mesures ont été prises au moins à trois reprises, à tous les cinq ans (0, 5 et 10 ans), entre 1986 et 1990 pour le premier échantillonnage et entre 1996 et 2000 pour le dernier. Chacun de ces peuplements est de structure inéquienne[3] et généralement composé d'érable à sucre comme essence principale et du hêtre à grandes feuilles et du bouleau jaune (*Betula alleghaniensis* Britt.) comme essences secondaires. Les tiges dont le diamètre à hauteur de poitrine (DHP, mesure effectuée à 1,3 m du sol) était supérieur à 1 cm ont été recensées (pour plus de détails, voir Duchesne *et al.*, 2005).

JEAN-DAVID MOORE

Gaules de hêtre

Les auteurs sont ingénieurs forestiers et chercheurs scientifiques à la Direction de la recherche forestière du ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec.

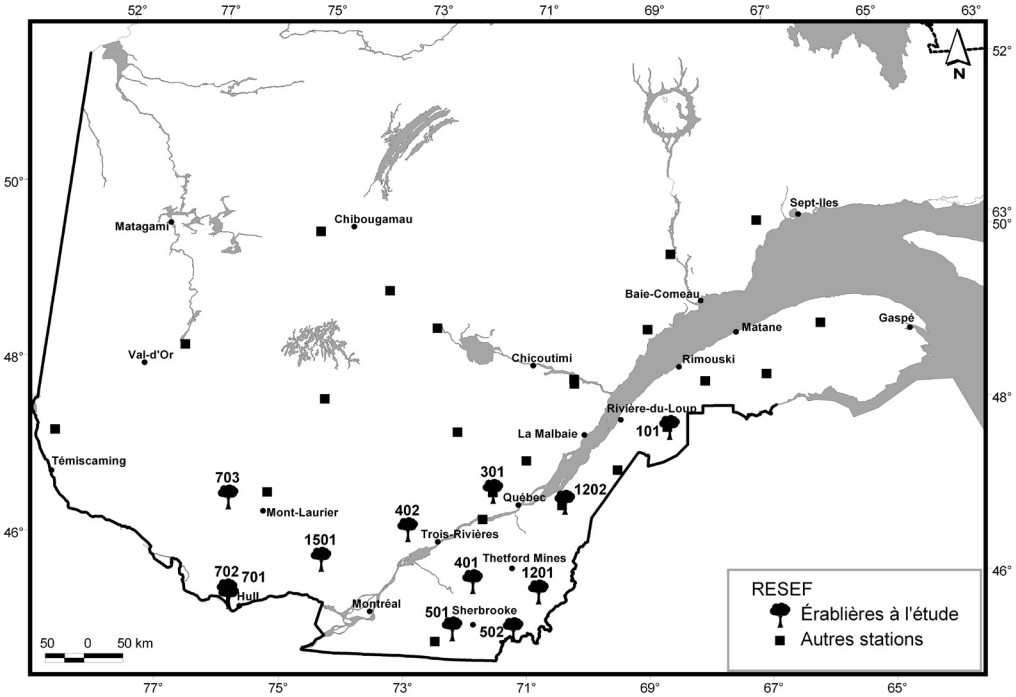

Figure 1. Localisation des érablières à l'étude

La dynamique de l'érable à sucre et du hêtre dans les érablières à l'étude

Dans la majorité des érablières à l'étude du RESEF, nous avons observé une baisse de la densité des tiges d'érable à sucre (14 % en moyenne) et une hausse de celle du hêtre (150 % en moyenne) sur une période de dix ans (figure 2). Globalement, la densité des jeunes tiges d'érables (0 à 9,75 cm au DHP) et celles d'érables adultes (9,8 à 30,75 cm au DHP) était inférieure de 20 et 8 %, respectivement, dix ans après le premier échantillonnage (figure 3). Pendant ce temps, la densité des petites tiges de hêtre (0 à 9,75 cm au DHP) augmentait de 102 %. Au cours de la période de dix ans, le taux de mortalité de l'érable à sucre (2 %) dans les stations d'études a été supérieur à celui du hêtre (0,8 %), alors que son augmentation en surface terrière[4] était inférieure à celle du hêtre, soit 7 % comparativement à 16 %.

Pour que la structure inéquienne des peuplements se maintienne dans le temps, le nombre de tiges doit diminuer ou rester le même au fur et à mesure que l'on augmente de classe de diamètre (Leak, 1996). En se basant sur cette définition, c'est la situation qui prévalait dans les forêts à l'étude lors du premier échantillonnage, il y a dix ans (figure 3).

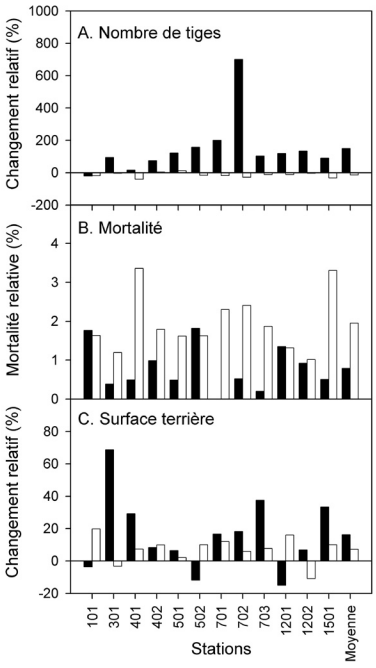

Figure 2. Changement relatif en densité (A), en mortalité (B) et en surface terrière (C) pour l'érable à sucre (colonnes blanches) et le hêtre (colonnes noires) dans les érablières sur une période de 10 ans.

Toutefois, les données récoltées dix ans plus tard nous révèlent qu'une cohorte de jeunes tiges de hêtre s'est établie en sous-étage, ce qui a provoqué un déséquilibre de la structure inéquienne de ces forêts, comme indiqué à la figure 3.

Le lien entre la baisse de santé de l'érable et l'envahissement par le hêtre

Certaines causes ont été avancées récemment pour expliquer l'émergence relativement rapide de la cohorte de hêtres dans les érablières. Parmi celles-ci, mentionnons : 1) la meilleure adaptation du hêtre à l'ombre (Canham, 1988); 2) la capacité du hêtre à se reproduire de façon végétative (Jones et Raynal, 1988); 3) le changement des propriétés du sol résultant d'une augmentation de la densité du hêtre, ce qui peut être néfaste à la régénération de l'érable (Dijkstra *et al.*, 2001); 4) la phytotoxicité du lessivat des feuilles de hêtre envers la régénération de l'érable à sucre (Hane *et al.*, 2003); 5) la préférence des herbivores pour le feuillage des gaules d'érable à sucre par rapport à celui du hêtre (Marquis et Brennemann, 1981). Tous ces mécanismes peuvent influencer la régénération et, par conséquent, la composition à long terme des érablières. Toutefois, ils ne peuvent expliquer le changement rapide de structure et de composition observé dans les érablières à l'étude.

Pour le moment, il semble que la faible vigueur et la plus forte mortalité de l'érable à sucre, et ce, dans toutes les strates de diamètre, soient les raisons les plus vraisemblables pour expliquer l'envahissement du hêtre dans les stations à l'étude (Duchesne *et al.*, 2005). Ainsi, nous avons constaté que plus les indices de qualité de station de l'érable à sucre étaient bas (accroissement en surface terrière, nutrition en calcium, saturation du sol en calcium disponible), plus grande était la densité de petites tiges de hêtre dans les peuplements. Il est bien connu que l'érable à sucre, aussi bien les tiges en régéné-

ration que celles qui sont à maturité, se développe mieux sur des sols fertiles (Kobe *et al.*, 1995; Horsley *et al.*, 2002).

Plusieurs études indiquent cependant que les précipitations acides ont diminué la quantité d'éléments minéraux disponible dans les sols forestiers et abaissé leur fertilité, au cours des années (Houle *et al.*, 1997; Ouimet *et al.*, 2001). Il a été démontré que la disponibilité réduite des éléments nutritifs dans le sol et la toxicité de l'aluminium sont parmi les causes possibles du dépérissement de l'érable à sucre au Québec (Ouimet et Camiré, 1995; Moore *et al.*, 2000; Duchesne *et al.*, 2002). De plus, la perte en calcium dans le sol, et son influence sur la dynamique de la régénération, peuvent engendrer une diminution de l'importance de l'érable à sucre dans le couvert forestier et ce, à l'intérieur d'une seule rotation (Kobe *et al.*, 2002). La perte en calcium et l'acidification du sol provenant des apports atmosphériques acides ont également été pointées du doigt pour expliquer les problèmes de régénération de l'érable à sucre et la forte augmentation des petites tiges de hêtre dans certaines érablières de l'état de New York (Jenkins, 1997). Qui plus est, des travaux de recherche effectués dans le sud-ouest du Québec ont démontré que l'abondance relative du hêtre est inversement liée au pH et au calcium disponible du sol (Arii et Lechowicz, 2002). Par conséquent, le hêtre semble moins sensible que l'érable à sucre à la faible disponibilité du calcium dans le sol et à la toxicité de l'aluminium, et tirerait davantage profit de telles conditions environnementales.

Ainsi, sur les stations déjà moins riches en éléments nutritifs, il semble que les dépôts acides aient pu appauvrir le sol à un point tel que ces stations soient maintenant moins favorables à l'érable à sucre qu'au hêtre (Houle *et al.*, 1997).

Conclusion

L'étude publiée par Duchesne *et al.* (2005) est la première à démontrer que plusieurs érablières sont envahies par le hêtre, et ce, dans la majeure partie de l'aire de distribution de l'érable au Québec. Nos résultats suggèrent que l'ouverture du couvert, à la suite du dépérissement de l'érable à sucre, a contribué à modifier la composition et la structure de ces érablières. Il semble que les conditions de sol dans les secteurs d'études soient devenues moins appropriées à l'établissement et au maintien de l'érable à sucre. En revanche, nos résultats semblent démontrer que la récente et rapide augmentation des gaules de hêtre dans les érablières serait liée à une meilleure adaptation de cette essence aux conditions qui prévalaient à l'intérieur du peuplement à la suite du dépérissement de l'érable à sucre.

De plus, la rapidité à laquelle s'opèrent les changements de composition indique que la dynamique de ces peuplements est régie par de nouvelles conditions environnementales, et non pas par l'historique d'aménagement ou les interactions interspécifiques. Finalement, nos observations semblent indiquer que les pertes en éléments nutritifs et l'acidification du sol, qui résultent des dépôts acides, sont les perturbations environnementales les plus susceptibles d'avoir déstabilisé ces écosystèmes forestiers. Si cette cohorte de hêtres poursuit son développement, la composition future du peuplement verra sa proportion de hêtre augmenter considérablement et celle de l'érable, diminuer.

La connaissance des processus qui régissent le fonctionnement des écosystèmes est l'une des préoccupations des chercheurs de la DRF. Ce type de recherche est essentiel pour réaliser une sylviculture adaptée. Par ailleurs, dans le

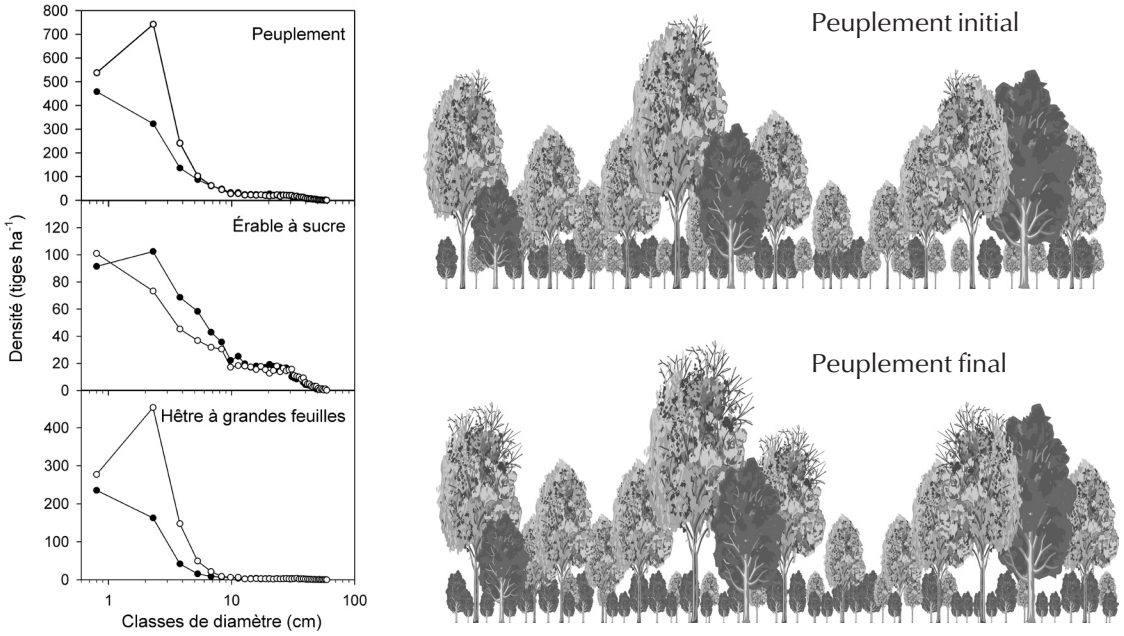

Figure 3. Structure initiale et finale du peuplement, de l'érable à sucre et du hêtre pour l'ensemble des secteurs à l'étude.

contexte du dépérissement des érablières et de l'envahissement du hêtre, des travaux de recherche effectués en marge de ceux du RESEF par des chercheurs de la DRF semblent prometteurs. Par exemple, des travaux d'amendements en calcium réalisés ces dernières années ont permis de freiner le dépérissement de l'érable à sucre, d'améliorer sa nutrition et surtout sa croissance (Moore *et al.*, 2000, 2005; Ouimet *et al.*, 2005). ◂

1. Cet article est une version adaptée d'un article scientifique intitulé « Changes in structure and composition of maple-beech stands following sugar maple decline in Québec, Canada » et publié dans la revue scientifique *Forest Ecology and Management* en 2005 (volume 208, pages 223-236).
2. Le dernier épisode du dépérissement des érablières aurait débuté au Québec vers la fin des années 1970. Actuellement, il n'y a toutefois pas de consensus sur les causes du dépérissement. Par contre, on sait que, tout dépendant de la région touchée, les phénomènes de gel-dégel, les défoliations d'insectes, les dépôts acides et les sécheresses, pour ne citer que ces exemples, peuvent jouer un rôle dans l'apparition des symptômes du dépérissement.
3. La structure d'une forêt est dite inéquienne lorsqu'elle est composée d'arbres qui possèdent des âges variés, allant des jeunes tiges aux tiges à maturité. On obtient ainsi une forêt où toutes les classes d'âges sont bien réparties et où le nombre de tiges est relativement constant dans le temps. Ce type de forêt est caractérisé par des arbres dont la structure en diamètre est, graphiquement parlant, en forme de « J » inversé.
4. Surface de sa section transversale à 1,30 m de hauteur.

Références

ARII, K. and J. LECHOWICZ, 2002. The influence of overstory trees and abiotic factors on the sapling community in an old-growth Fagus-Acer forest. Écoscience, 9 : 386–396.

BEAUDET, M., C. MESSIER and D. PARÉ, 1999. Possible mechanisms of sugar maple regeneration failure and replacement by beech in the Boisé-des-Muir old-growth forest, Québec. Écoscience, 6 : 264–271.

BRISSON, J., Y. BERGERON, A. BOUCHARD and A. LEDUC, 1994. Beech-maple dynamics in an old-growth forest in southern Québec, Canada. Écoscience, 1 : 40-46.

CANHAM, C.D., 1988. Growth and canopy architecture of shade-tolerant trees: response to canopy gaps. Ecology, 63 : 786–795.

DIJKSTRA, F.A., C. GEIBE, S. HOLMSTROM, U.S. LUNDSTROM and N. VAN BREEMEN, 2001. The effect of organic acids on base cation leaching from the forest floor. European Journal of Soil Science, 52 : 205–214.

DUCHESNE, L., R. OUIMET and D. HOULE, 2002. Basal area growth of sugar maple in relation to acid deposition, stand health, and soil nutrients. Journal of Environmental Quality, 31 : 1676–1683.

DUCHESNE, L., R. OUIMET and C. MORNEAU, 2003. Assessment of sugar maple health based on basal area growth pattern. Canadian Journal of Forest Research, 33 : 2074–2080.

DUCHESNE, L., R. OUIMET, J.-D. Moore and R. PAQUIN, 2005. Changes in structure and composition of maple-beech stands following sugar maple decline in Québec, Canada. Forest Ecology and Management, 208 : 223-236.

HANE, E.N., S.P. HAMBURG, A.L. BARBER and J.A. PLAUT, 2003. Phytotoxicity of American beech leaf leachate to sugar maple seedlings in a greenhouse experiment. Canadian Journal of Forest Research, 33 : 814–821.

HORSLEY, S.B., R.P. LONG, S.W. BAILEY, R.A. HALLET and P.M. WARGO, 2002. Health of eastern North American sugar maple forests and factors affecting decline. Northern Journal of Applied Forestry, 19 : 34–44.

HOULE, D., R. PAQUIN, C. CAMIRÉ, R. OUIMET and L. DUCHESNE, 1997. Response of the Lake Clair Watershed (Duchesnay, Québec) to changes in precipitation chemistry (1988–1994). Canadian Journal of Forest Research, 17 : 1813–1821.

JENKINS, J., 1997. Hardwood Regeneration Failure in the Adirondacks: Preliminary Studies of Incidence and Severity. Disponible à : http://www.wcs.org/media/file/WCS_WorkingPaper9_Jenkins.pdf

JONES, R.H. and D.J. RAYNAL, 1988. Root sprouting in American beech (*Fagus grandifolia* Ehrh.) : effects of root injury, root exposure, and season. Forest Ecology and Management, 25 : 79–90.

JONES, R., R.D. NYLAND and D.J. RAYNAL, 1989. Response of American beech regeneration to selection cutting of northern hardwoods in New York. Northern Journal of Applied Forestry 6 : 34-36.

KOBE, R.K., W. PACALA and J.A. SILANDER Jr., 1995. Juvenile tree survivorship as a component of shade tolerance. Ecological Application, 5 : 517–532.

KOBE, R.K., G.E. LIKENS and C. EAGAR, 2002. Tree seedling growth and mortality responses to manipulations of calcium and aluminium in a northern hardwood forest. Canadian Journal of Forest Research, 32 : 954–966.

LEAK, W.B.,1996. Long-term structural change in uneven-aged northern hardwoods. Forest Science, 42 : 160–165.

MAJCEN, Z., 1995. Coupe de jardinage et coupe de succession dans trois secteurs forestiers: accroissement décennal en surface terrière et état de la régénération. Direction de la recherche forestière, Mémoire de recherche forestière no. 129. MRNFP, Québec, 48 pp.

MAJCEN, Z., 1996. Résultats après 10 ans d'un essai de coupe de jardinage dans une érablière. Direction de la recherche forestière, Mémoire de recherche forestière no. 122. MRNFP, Québec, 32 pp.

MAJCEN, Z., 1998. Coupe de jardinage dans trois secteurs forestiers. Accroissement décennal en surface terrière et état de la régénération. Direction de la recherche forestière, Rapport interne no.430. MRNFP, Québec, 42 pp.

MAJCEN, Z., 1999. Coupe de jardinage dans six secteurs forestiers des régions de l'Outaouais, de Montréal, de Québec et du Bas-Saint-Laurent: accroissement décennal en surface terrière et état de la régénération. Direction de la recherche forestière, Rapport interne no. 442. MRNFP, Québec, 34 pp.

MARQUIS, D.A. and R. BRENNEMANN, 1981. The impact of deer on forest vegetation in Pennsylvania. U.S. For. Serv. Gen. Tech. Rep. NE-65.

MOORE, J.D., C. CAMIRÉ and R. OUIMET, 2000. Effects of liming on the nutrition, vigour, and growth of sugar maple at the Lake Clair Watershed, Québec, Canada. Canadian Journal of Forest Research, 30 : 725–732.

MOORE, J.D. and R. OUIMET, 2005. Long-term effects of liming on the nutrition, vigor and growth of sugar maple at the Lake Clair Watershed, Québec, Canada. (En rédaction).

OUIMET, R. and C. CAMIRÉ, 1995. Foliar deficiencies of sugar maple stands associated with soil cation imbalances in the Québec Appalachians. Canadian Journal of Soil Science, 75 : 169–175.

OUIMET, R., L. DUCHESNE, D. HOULE and P.A. ARP, 2001. Critical loads of atmospheric S and N deposition and current exceedances for northern temperate and boreal forests in Québec. Water, Air, and Soil Pollution Focus, 1 (1/2) : 119–134.

OUIMET, R., J.D. MOORE and L. DUCHESNE, 2005. Effect of experimental acidification and alkalinisation on two contrasted sugar maple stands in Quebec, Canada. (En rédaction)

POTHIER, D., 1996. Accroissement d'une érablière à la suite de coupes d'éclaircie : résultats de 20 ans. Canadian Journal of Forest Research, 26 : 543-549.

ROY, G., G.R. LAROCQUE and C. ANSSEAU, 2004. Retrospective evaluation of the onset period of the visual symptoms of dieback in five Appalachian sugar maple stand types. Forestry Chronicle, 80 : 375-383.

SICCAMA, T.G., 1971. Presettlement and present forest vegetation in northern Vermont with special reference to Chittenden County. American Midland Naturalist, 85 : 153-172.