

Histoires forestières du QUÉBEC

L'ÉRABLE À SUCRE

UN PIONNIER RACONTE
avec **Miroslav Grandtner**

ESSENCES FORESTIÈRES
Les Canadiens
et la feuille d'érable à sucre :
portrait d'un symbole

RECHERCHE
Le chaulage des érablières

LE CHAULAGE DES ÉRABLIÈRES :



Par Jean-David Moore, Rock Ouimet et Louis Duchesne

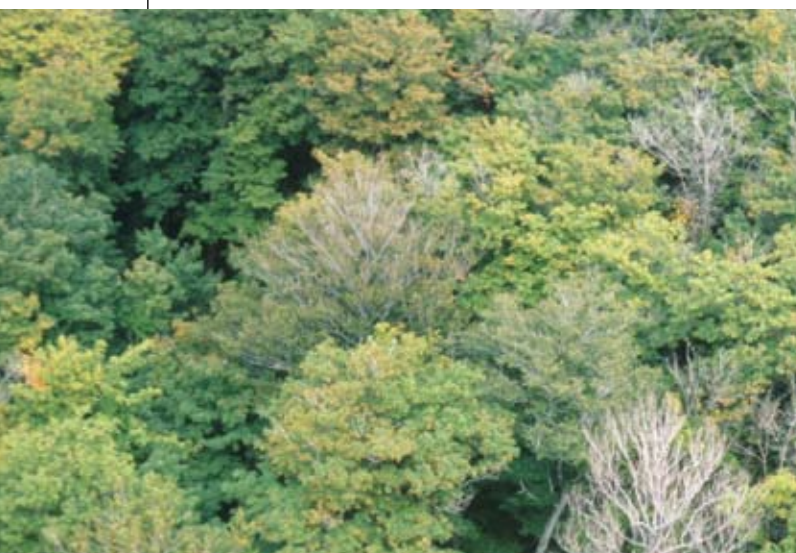
UNE TECHNIQUE POUR MAINTENIR LA REPRÉSENTATIVITÉ DE L'ÉRABLE À SUCRE SUR LES SITES PEU FERTILES

Des travaux effectués par des chercheurs de la Direction de la recherche forestière du ministère des Ressources naturelles et de la Faune montrent que le chaulage¹ favorise la régénération de l'érable à sucre et améliore la vigueur des arbres à maturité. À ce jour, le chaulage demeure l'outil sylvicole le plus prometteur pour maintenir la représentativité de cette essence dans les érablières situées sur des stations acides et peu fertiles².

INTRODUCTION

Au cours des années 1980, les forestiers ont observé que plusieurs érablières au Québec présentaient des symptômes de dépérissement (figure 1). Ils ont alors noté que le feuillage des érables à sucre (*Acer saccharum*, Marsh.) était soudainement moins

Figure 1. Symptômes visuels de dépérissement de l'érable à sucre.



abondant et que les arbres semblaient en mauvaise santé. Malgré la diminution de ces symptômes dans de nombreuses érablières au cours des dernières années, certaines ont continué à dépérir. Plusieurs hypothèses ont été avancées pour expliquer l'apparition de ces symptômes pendant cette période : le statut nutritif déficient de l'érable à sucre, les défoliations par les insectes et les événements climatiques extrêmes (Bernier et al., 1989; Payette et al., 1996). Bien qu'un ou plusieurs de ces facteurs aient pu contribuer à l'apparition soudaine des symptômes de dépérissement au cours de cette période, les dernières études effectuées au Québec ont montré que la perte de croissance et de vigueur de certaines érablières a été initiée une à deux décennies avant l'apparition des symptômes visuels et que les précipitations acides ont joué un rôle majeur dans leur apparition. En effet, l'acidité des précipitations a accéléré la perte de calcium et de magnésium de ces sols déjà très acides et peu fertiles (Houle et al., 1997). Les travaux de recherche, menés sur le dépérissement des érablières dans le nord-est de l'Amérique du Nord, ont permis de conclure qu'une carence en calcium du sol était l'une des principales causes à l'origine de la baisse de croissance et du dépérissement de l'érable à sucre depuis plus d'une quarantaine d'années (Duchesne et al., 2002; Duchesne et al., 2003; Long et al., 2009).

Ainsi, dans le contexte du dépérissement de l'érable à sucre sur les stations acides et peu fertiles, une étude de chaulage a été entreprise en 1994. Le but de cette étude était de : 1) démontrer le lien entre les carences en calcium et en magnésium du sol et la faible vitalité des érables à sucre en régénération et à maturité et 2) documenter la réaction à long terme (~10 ans) de cette espèce au chaulage.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Pour les besoins de l'étude, 98 érables à sucre (14 érables non chaulés et 12 arbres pour chacune des sept doses de chaux) ont été sélectionnés dans une érablière adjacente à la station expérimentale du bassin versant du lac Clair (Duchesnay) dans les Basses-Laurentides, située à environ 50 km au nord-ouest de la ville de Québec. De la chaux dolomitique ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$), un produit riche en calcium et en magnésium, a été appliquée manuellement à différentes doses (0, 0,5, 1, 2, 5, 10, 20 et 50 tonnes/ha) sur un rayon de cinq mètres autour de chaque érable. Des échantillons de sol, de feuillage et des barrettes de bois ont été prélevés au cours de l'étude afin de déterminer le statut nutritionnel et la croissance des érables. Le pourcentage de feuillage manquant dans la cime des érables a aussi été évalué. Les tiges en régénération ont été dénombrées en 2005, à l'intérieur de la zone chaulée sous les érables, et leur diamètre au collet ainsi que leur hauteur ont été mesurés. Finalement, l'interception de la lumière par les arbres et la quantité de lumière qui atteint le sol ont été mesurées à l'aide d'un appareil conçu à cette fin. La méthode détaillée est décrite dans Moore et Ouimet (2006) et Moore et al. (2008).

RÉSULTATS

Amélioration de la fertilité du sol de l'érablière

Les principaux indicateurs de fertilité des premiers 20 cm des sols chaulés (pH, calcium et magnésium échangeables) étaient toujours à des niveaux plus élevés que ceux des sols non chaulés, dix ans après le chaulage. Le traitement a eu peu d'effet à plus de 20 cm de profondeur. Ces résultats démontrent l'effet bénéfique et durable d'une application unique de chaux dolomitique sur la couche de sol où se trouve une bonne partie des racines responsables de la nutrition de l'érable à sucre.

Amélioration de la nutrition et de la vigueur des cimes

Les résultats des analyses chimiques du feuillage des érables échantillonnés avant le traitement (1994) et de celui des érables non chaulés (1995 à 2004) ont confirmé une carence en calcium et en magnésium

(figure 2). De plus, ces analyses ont montré que les concentrations de ces deux éléments dans le feuillage des érables non chaulés sont à la baisse

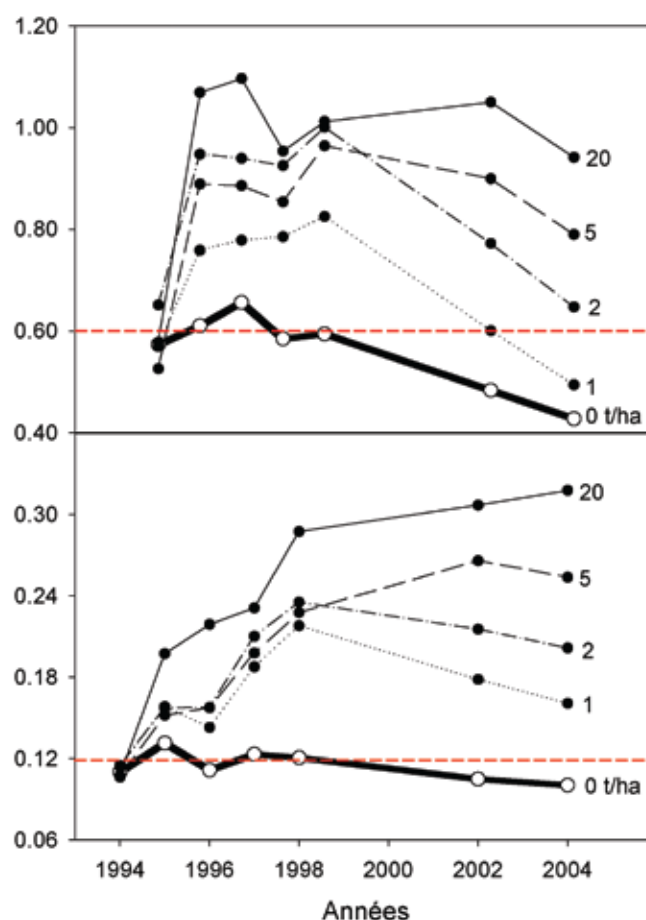


Figure 2. Concentrations foliaires en calcium et en magnésium de l'érable à sucre avant le chaulage (1994) et après le chaulage (1995-1998, 2002 et 2004) et leur seuil critique de santé (0,6% pour le calcium et 0,12% pour le magnésium). Pour alléger la figure, seules les doses de 0, 1, 2, 5 et 20 tonnes par hectare sont représentées.

depuis 1998. Toutefois, l'ajout de chaux dolomitique au sol a eu un effet bénéfique à long terme sur la nutrition des érables, puisque les arbres ainsi traités avaient une concentration foliaire en calcium de 21 à 108% et en magnésium de 39 à 215% plus élevée que celle des arbres non chaulés, dix ans après l'application de la chaux dolomitique. Depuis 1998, on constate cependant une baisse plus marquée des concentrations foliaires en calcium et magnésium des érables ayant reçu de faibles doses de chaux comparativement à ceux ayant reçu de fortes doses.

La proportion de feuillage manquant évaluée sur les érables non chaulés en 2004 a doublé depuis le dernier mesurage effectué en 1998 et a quadruplé

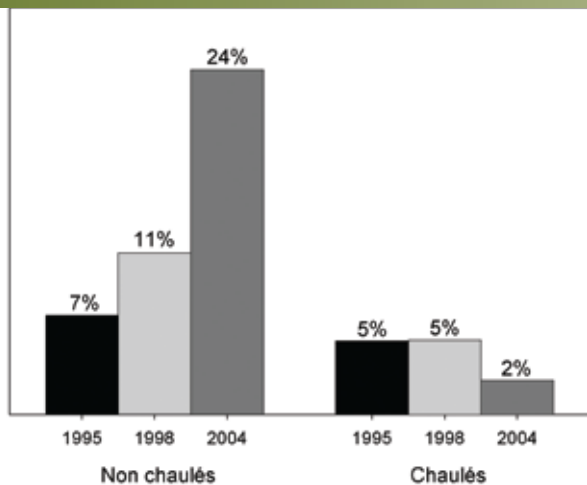


Figure 3. Pourcentage de feuillage manquant de l'érable à sucre de 1994 à 2004, selon le taux de chaux dolomitique.

depuis celui fait en 1995, alors que la progression de ce symptôme de dépérissement a été enrayerée pour les arbres chaulés (figure 3). Bien que le statut nutritionnel en calcium et en magnésium des érables soit, en général, fonction de la dose de chaux reçue, pareil constat ne peut être fait pour le dépérissement, alors que les résultats montrent un effet similaire de la chaux, et ce, peu importe la dose appliquée.

Amélioration de la croissance

En 2004, soit dix ans après le traitement, la chaux ajoutée influençait toujours positivement la croissance de l'érable à sucre; la croissance des érables traités était en moyenne 96 % plus élevée que celle des érables non chaulés (figure 4). De plus, on constate que le chaulage effectué à l'automne 1994 a permis d'accentuer le taux de croissance des érables, comparativement à celui présenté entre 1970 et 1994. Ces résultats confirment donc l'effet bénéfique à long terme du chaulage sur la croissance de l'érable à sucre. Toutefois, comme dans le cas des symptômes de dépérissement, les résultats montrent un effet similaire de la chaux sur la croissance des érables, et ce, peu importe la dose appliquée.

Figure 4. Carotte de bois montrant l'effet du chaulage, réalisé en 1994, sur la croissance radiale d'un érable à sucre (à droite du point rouge) ayant reçu une dose de chaux de deux tonnes à l'hectare. L'année du chaulage est indiquée par un point rouge.



La progression du dépérissement de la cime et la diminution de croissance des érables à sucre non chaulés ne peuvent être expliquées par une quelconque perturbation naturelle, comme la défoliation par les insectes ou les dommages causés par le gel ou la glace, étant donné qu'aucun de ces phénomènes n'est survenu à Duchesnay au cours de la période d'étude. De plus, bien que deux épisodes de sécheresse (1995 et 2002) soient survenus durant cette période, aucun de ces épisodes n'était de forte intensité. Nos résultats suggèrent plutôt que les sols de Duchesnay ont atteint un seuil critique de faible fertilité, issu de l'effet combiné d'une faible qualité de sites et de l'occurrence des dépôts acides, ce qui a conduit à une baisse de vitalité de l'érable à sucre, sans manifestation de facteurs déclenchants. Les résultats obtenus confirment donc le lien entre la diminution de la fertilité du sol et la baisse de vitalité de l'érable à sucre à Duchesnay.

Amélioration de l'état de la régénération en érable à sucre

L'étude a aussi démontré que l'amélioration de la vigueur des cimes des érables chaulés était accompagnée d'une plus grande interception de la lumière et, par conséquent, d'une baisse d'environ 75 % de la luminosité au sol par rapport aux érables non chaulés.

Figure 5. Régénération sous un érable à sucre ayant reçu un traitement de chaux dolomitique.



L'amélioration de la fertilité du sol, conjuguée à la baisse de la luminosité au sol, a eu un effet bénéfique sur la régénération de l'érable à sucre (figure 5). En effet, la proportion de cette essence est passée de 60 % sous les érables non chaulés à plus de 95 % sous les érables ayant reçu un traitement de 20 tonnes/ha. À l'opposé, la proportion du hêtre en régénération a diminué, passant de 13 % sous les érables non chaulés à 3 % sous les érables ayant reçu un traitement de 20 tonnes/ha. Nos résultats suggèrent que les améliorations observées, pour la régénération de l'érable à sucre, sont liées à une meilleure fertilité du sol plutôt qu'aux conditions de luminosité (Moore et al., 2008).

Considérations relatives à la composition forestière et à l'aménagement forestier

À la lumière des résultats de cette étude, il est peu probable que le déséquilibre nutritionnel des érables observé à la forêt de Duchesnay soit temporaire. En effet, l'érable à sucre est une essence relativement exigeante en éléments nutritifs et préfère habituellement des sols riches et fertiles. Cependant, avec ses sols acides et pauvres en cations basiques, les conditions édaphiques de Duchesnay sont tout autres. De plus, les dépôts atmosphériques en cations basiques sont très faibles, alors que leur perte par drainage est élevée (Houle et al., 1997). Ce déséquilibre nutritionnel risque alors d'engendrer un changement de la composition de la forêt en favorisant des espèces moins exigeantes en calcium. D'ailleurs, il a été démontré que la diminution du calcium dans le sol de l'érablière, et son influence

sur la régénération, peuvent provoquer une diminution importante de la dominance de l'érable à sucre dans le couvert forestier au cours d'une seule rotation (Kobe et al., 2002).

Contrairement à ce qui a été observé pour l'érable à sucre, l'absence de réaction positive du hêtre à grandes feuilles (*Fagus grandifolia*, Ehrh.), en ce qui a trait à la croissance et à la régénération, à la suite de l'ajout de chaux (Long et al., 1997; Moore et al., 2008), ainsi que l'absence de symptômes de dépérissement à grande échelle de cette essence, laissent penser que le hêtre n'est pas autant limité par une faible fertilité des sols. Des études réalisées récemment suggèrent d'ailleurs que les précipitations acides, par leurs effets sur la fertilité du sol conjugués à la baisse de vigueur de l'érable, sont à l'origine de l'augmentation importante des jeunes tiges de hêtre observée dans certaines érablières du nord-est de l'Amérique du Nord au cours des dernières décennies (figure 6; Jenkins, 1997; Duchesne et al., 2005; Duchesne et Ouimet, 2009). La faible vigueur des érables à sucre, combinée à l'augmentation des jeunes tiges de hêtres en sous-étage dans les érablières situées sur des sols peu fertiles, laisse croire que la proportion de hêtres augmentera de façon marquée dans le couvert forestier, au détriment de l'érable à sucre (Duchesne et al., 2005; Duchesne et Ouimet, 2008; Duchesne et Ouimet, 2009), si aucune action n'est prise pour prévenir les carences observées dans le sol de ces forêts. Il s'agit d'une situation préoccupante pour les aménagistes puisque la valeur économique de l'érable à sucre est beaucoup plus élevée que celle du hêtre. Renverser ces changements représente un défi de taille pour assurer la pérennité de l'érable à sucre dans plusieurs écosystèmes soumis aux précipitations acides. Dans ce contexte, le chaulage apparaît comme un traitement prometteur si l'on veut favoriser la régénération de l'érable à sucre et limiter la progression du hêtre.

Pour les acériculteurs dont les érablières se trouvent sur des sols acides et peu fertiles, l'amélioration de la vigueur des érables à sucre à la suite du chaulage ne pourrait être que bénéfique. Ainsi, bien que les paramètres d'un éventuel traitement opérationnel ne soient pas encore entièrement connus (ex.: coûts et méthodes d'application), notre étude indique qu'une application de deux tonnes de chaux à l'hectare est suffisante pour améliorer de façon notable la vigueur des érables. L'ampleur de la réaction des érables, dix ans après le chaulage, laisse présager que l'effet de ce traitement se poursuivra encore plusieurs années.





Figure 6. Cohorte de jeunes tiges de hêtres dans une érablière déclinante de Duchesnay.

L'application d'amendements pourrait, par exemple, être répétée tous les quinze à vingt ans, lors du renouvellement du système de tubulure.

Même si l'ajout de calcium et de magnésium favorise la régénération d'érables à sucre et améliore la vigueur des érables à maturité (Moore et Ouimet, 2006; Ouimet et al., 2008), il est fort probable qu'il soit insuffisant pour assurer la dominance de la régénération de cette essence en présence d'une forte régénération de hêtres préétablie. Dans ces conditions, le contrôle mécanique des jeunes tiges de hêtres s'avérerait nécessaire pour assurer le libre développement de l'érable à sucre à la suite du chaulage. Une étude sur l'efficacité de la combinaison de ces deux traitements est en cours, tout près du dispositif de chaulage que nous avons étudié, et elle devrait nous éclairer davantage à ce sujet dans un avenir rapproché.■

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. Pour de plus amples renseignements, vous pouvez communiquer avec Jean-David Moore à : jean-david.moore@mrnf.gouv.qc.ca.

NOTES

1. Le chaulage est une pratique souvent utilisée en agriculture pour corriger les problèmes d'acidité du sol. Il permet également d'amender ce dernier en calcium et en magnésium.

2. Il est essentiel d'effectuer une analyse du sol et du feuillage avant d'entreprendre un programme de fertilisation ou de chaulage. Cette précaution permet de prévenir le déséquilibre du statut nutritif des arbres susceptible de survenir à la suite de l'ajout de nutriments non limitatifs.

Références

- CAMIRÉ, C. et R. OUIMET, 1993. « L'analyse foliaire et les prescriptions d'amendements et de fertilisation dans les érablières déclinantes du Québec. » Dans: Gouv. du Québec (édit.), *La recherche sur le déclin: un premier pas vers le monitoring des forêts*. Ministère des Forêts, Direction de la recherche, Québec, p. 139-147.
- BAILEY, S.W., S.B. HORSLEY et R.P. LONG, 2005. « Thirty years of change in forest soils of the Allegheny Plateau, Pennsylvania. » *Soil Science Society of American Journal*, 69: 681-690.
- BERNIER, B., D. PARÉ et M. BRAZEAU, 1989. « Natural stresses, nutrient imbalances and forest decline in southeastern Quebec. » *Water Air Soil and Pollution*, 48: 239-250.
- DUCHESNE, L., R. OUIMET et 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 et 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 et R. PAQUIN, 2005. « Changes in structure and composition of maple-beech stands following sugar maple decline in Quebec, Canada. » *Forest Ecology and Management*, 208: 223-236.

DUCHESNE, L. et R. OUIMET, 2008. « Population dynamics of tree species in southern Quebec, Canada: 1970-2005. » *Forest Ecology and Management*, 255 : 3001-3012.

DUCHESNE, L. et R. OUIMET, 2009. « Present-day expansion in northeastern hardwood forests: Does soil base status matter? » *Canadian Journal of Forest Research*, 17 : 2273-2282.

HOULE, D., R. PAQUIN, C. CAMIRÉ, R. OUIMET et L. DUCHESNE, 1997. « Response of the Lake Clair Watershed (Duchesnay, Quebec) 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.

KOBE, R.K., G.E. LIKENS et 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.

LONG, P.L., S.B. HORSLEY et P.R. LILJA, 1997. « Impact of forest liming on growth and crown vigor of sugar maple and associated hardwoods. » *Canadian Journal of Forest Research*, 27 : 1560-1573.

LONG, R.P., S.B. Horsley, R.A. Hallett, S.W. Bailey, 2009. « Sugar maple growth in relation to nutrition and stress in the northeastern United States. » *Ecological applications*, 19 : 1454-1466.

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

MOORE, J.-D. et R. OUIMET, 2006. « Ten-years effect of dolomitic lime on the nutrition, crown vigor and growth of sugar maple. » *Canadian Journal of Forest Research*, 36 : 1834-1841.

Ouimet, R., J.-D. Moore et L. Duchesne, 2008. « Effects of experimental acidification and alkalization on soil and growth and health of *Acer saccharum*, Marsh. » *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 2008, 171 : 858-871.

PAYETTE S., M.-J. FORTIN et C. MORNEAU, 1996. « The recent sugar maple decline in southern Quebec: probable causes deduced from tree rings. » *Canadian Journal of Forest Research*, 26 : 1069-1078.

Consultants forestiers DGR inc.

**Conseillers en aménagement forestier,
en économie forestière et
en transformation des bois**

**LA FORÊT,
C'EST TOUTE NOTRE HISTOIRE...
DEPUIS 1960**

Ingénieurs forestiers :

**Guy Asselin, Jean-François Côté, Gérald Gagné,
Gaétan Laberge, Jacques L. Laliberté,
Étienne Ouellet, André Proulx,
Jean-Guy Routhier, Jérôme Saillant**

VISITEZ NOTRE SITE WEB : www.dgr.ca

**870, avenue Casot, Québec (Québec) G1S 2X9
Téléphone : 418-683-2385 ■ Télécopieur : 418-683-0219**

**Les produits de l'érable
nous ressemblent**

**Ils sont nobles, fiers et...
source de plaisir!**

**Les produits de l'érable
rassemblent les acériculteurs**

**Et leurs outils collectifs de mise en
marché permettent de les valoriser!**

Célébrons en 2010 les 20 ans du Plan conjoint acéricole!



**Fédération des producteurs
acéricoles du Québec**



Nous sommes un peuple forestier.

La forêt fait partie de ce que nous sommes.

Nos premières entreprises étaient forestières et, de génération en génération, dans presque toutes nos régions, la vie quotidienne a été dictée par la forêt.

Elle a été et demeure pour nous habitat, mode de vie, source de matières premières et de développement économique depuis 400 ans.

Si puissamment associée à notre passé, nous voulons qu'elle le soit tout autant à notre avenir, dans le plus grand respect de la faune, des communautés et des générations futures.

Ressources naturelles
et Faune

Québec

