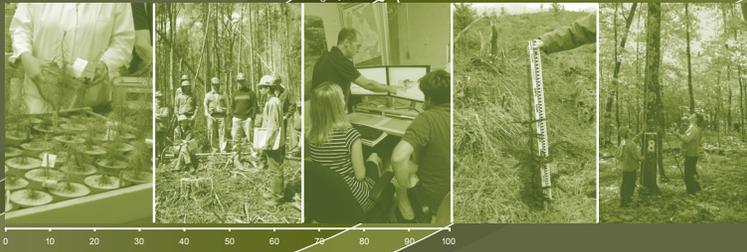


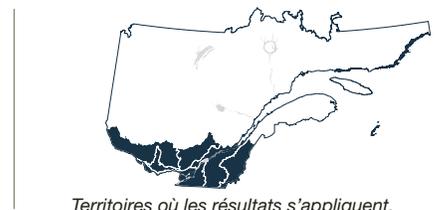
$$P'(t) = \frac{r}{k} P(t)(b - P(t))$$

$$V_{AE,B} = \beta_1 dp_{AE}^b H_{AE}^b + \hat{\epsilon}_{2,3}$$



Le chaulage des érablières : mise au point concernant certains types d'amendements

Par Jean-David Moore, ing.f., M. Sc.



Territoires où les résultats s'appliquent.

Plusieurs études ont montré que le chaulage est un traitement sylvicole efficace pour corriger des problèmes de vigueur de l'érable à sucre dans les érablières dont le sol est acide et peu fertile. Les produits utilisés lors de ces études sont principalement la chaux dolomitique ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$) et la chaux calcaire (CaCO_3). Récemment, des fertilisants liquides à base de nitrate de calcium ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$) ont fait leur apparition sur le marché pour fertiliser les érablières, bien qu'aucune étude, à notre connaissance, n'ait été publiée à leur sujet. L'analyse de la dose prescrite par des fournisseurs et un calcul d'équivalence permettent de conclure que ces fertilisants ne peuvent se substituer à la chaux conventionnelle. En effet, ils n'ajoutent que très peu d'éléments actifs au sol. D'autres produits liquides ayant de faibles concentrations d'éléments actifs sont également offerts sur le marché. Peu importe le produit utilisé, il est recommandé de faire évaluer l'état nutritionnel de son érablière par un ingénieur forestier avant d'entreprendre des travaux d'amendements et de s'assurer que le produit envisagé puisse répondre au besoin de son érablière, le cas échéant.

Pourquoi amender les érablières?

Même si la vitalité de plusieurs érablières s'est beaucoup améliorée depuis les années 1980, on observe encore du dépérissement chronique au Québec comme aux États-Unis, principalement sur les stations acides et peu fertiles. Ce dépérissement se manifeste surtout par des carences en cations basiques (principalement le calcium [Ca]) dans le sol et le feuillage des érables à sucre, une faible vigueur des cimes, de la croissance radiale et de la régénération de l'érable, ainsi que par un envahissement des gaules de hêtre en sous-étage. Bien que des facteurs abiotiques (ex. : gel racinaire, sécheresse) et biotiques (ex. défoliation par les insectes) aient été invoqués comme déclencheurs du dépérissement dans certaines stations, de nombreuses études ont démontré que des carences nutritionnelles en Ca étaient principalement en cause sur les stations acides et peu fertiles. Dans ce contexte, l'application de Ca au sol de ces érablières s'avérait un traitement prometteur pour revigorer ces écosystèmes.

Résultats positifs des recherches avec la chaux solide

Les résultats de 15 ans^[1] du dispositif de la station forestière de Duchesnay du ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP) ont montré qu'un traitement de chaulage ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$) permettait : 1) de corriger le pH du sol et les graves carences nutritionnelles de l'érable à sucre, surtout en Ca; 2) d'empêcher la progression du dépérissement de la cime des arbres; 3) d'améliorer fortement la croissance radiale; et 4) de maintenir un substrat favorable à la régénération de l'érable à sucre, au détriment du hêtre. Des résultats similaires à la suite d'amendements solides en Ca ont également été rapportés dans des érablières du nord-est américain (Voir synthèse^[1]). L'étude de Moore *et al.* (2012) à Duchesnay a démontré qu'une dose d'application minimale de 2000 kg/ha de chaux (soit 440 kg/ha de Ca), permettait d'améliorer à long terme le pH du sol et la vigueur des érables à sucre (Tableau 1).

Quand amender? Guide des bonnes pratiques

Avant d'entreprendre tout programme d'amendement, il est nécessaire d'analyser les besoins en éléments nutritifs de la forêt afin d'éviter un problème de déséquilibre nutritionnel. En effet, une prescription mal avisée, basée sur un diagnostic erroné, peut accentuer un problème existant ou aller à l'encontre des effets recherchés. L'analyse foliaire et l'analyse de sol sont deux outils, souvent complémentaires, disponibles pour aider l'ingénieur forestier à établir son diagnostic. De plus, il est essentiel d'évaluer certaines caractéristiques du site (ex. drainage) et du peuplement (ex. : vigueur, densité) pour s'assurer de la pertinence de traiter et d'obtenir une réaction optimale de l'amendement. Un guide a récemment été publié par le Centre ACER et le MFFP pour aider les forestiers à poser un diagnostic de l'état de santé de l'érablière^[2].

Par ailleurs, les prescriptions réalisées récemment à l'aide du logiciel DELFES^[3], sur la base des besoins nutritionnels de l'érable à sucre, ont permis d'établir les besoins en chaux d'érablières en dépérissement. Les doses de chaux prescrites variaient généralement de 1000 à 7000 kg/ha, soit de 220 à 1540 kg/ha de Ca, selon la station (Tableau 1).

Comparaison de la chaux solide et du $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ liquide

Au cours des dernières années, des fertilisants liquides à base de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ sont apparus sur le marché québécois, suscitant de nombreuses demandes d'information de la part des producteurs et des professionnels du domaine acéricole quant à leurs efficacité. À notre connaissance, aucune étude n'a été publiée sur ce type de fertilisant dans les érablières. Nous avons donc évalué leur potentiel pour remplacer la chaux solide conventionnelle à l'aide d'une démonstration mathématique (Tableau 1).

Les indications de certains fournisseurs de ces fertilisants liquides stipulent que 1 gallon par acre (2,5 gallons/ha) remplacerait 5 tonnes de chaux conventionnelle. Or, compte tenu de la quantité de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ dans le liquide et de la quantité

Tableau 1. Comparaison de la chaux dolomitique solide et du nitrate de Ca liquide, dans l'optique d'un effet à long terme de l'amendement des érablières.

Nom du produit	Chaux dolomitique	Chaux dolomitique	Nitrate de Ca
Études publiées concernant les érablières	Prescriptions DELFES ^[3]	Voir synthèse ^[1]	aucune
Formule chimique		CaMg(CO ₃) ₂	Ca(NO ₃) ₂
État		solide	liquide
% du produit dans le liquide		n.a. ^a (car pas dilué)	25 (60 – 65 % d'eau)
Masse volumique du produit (g/mol)		184	164
% de Ca dans le produit ^b		22	25
Dose de produit recommandée	1 000 – 7 000 kg/ha	2 000 kg/ha	1 gallon/acre
Dose équivalente par ha ^c	1 000 – 7 000 kg	2 000 kg	2,5 gallons
Calcul			
Quantité de Ca dans le produit par hectare	220 – 1 540 kg	440 kg	0,6 kg ^{d,e} (0,238 kg par gallon)
Nombre de gallons/ha nécessaires en équivalent de Ca de chaux dolomitique	n.a. ^a	n.a. ^a	916 – 6 417 ^f

^a n.a. : non applicable. ^b La masse volumique du Ca est de 40. ^c 1 hectare = 2,5 acres. ^d 2,5 gallons x 25 % de Ca(NO₃)₂ dans l'eau x 25 % de Ca dans le Ca(NO₃)₂. ^e En supposant que 1 L ou 0,26 gallon = 1 kg. ^f 220 ou 1 540 kg/ha x 2,5 gallons/ha ÷ 0,6 kg/ha.

de Ca dans le Ca(NO₃)₂, cette dose représente seulement 0,6 kg/ha de Ca, ou 0,06 g/m². Puisque la quantité de chaux solide recommandée dans les érablières varie habituellement de 1 000 à 7 000 kg/ha (220 à 1 540 kg/ha de Ca) selon la station, il faudrait appliquer de 916 à 6 417 gallons/ha de Ca(NO₃)₂ liquide pour potentiellement améliorer le statut nutritif en Ca et la vigueur des érables (Tableau 1). Comme un gallon de Ca(NO₃)₂ liquide se vend de 125 à 265 \$, le coût en produit, pour un apport en calcium équivalant au chaulage conventionnel, serait très élevé.

Par ailleurs, les deux types de chaux ne rendent pas le Ca disponible à la plante de la même façon. La chaux solide se dissout rapidement dans les sols acides (environ 50 % la première année), ce qui rend disponible environ 220 kg/ha de Ca par hectare dès la première année après un chaulage avec 2 000 kg/ha de CaMg(CO₃)₂. S'il est vrai que la forme liquide libère tout le Ca instantanément et sous une forme facilement assimilable par l'arbre, la quantité de Ca demeure toutefois 400 fois moindre (220/0,06) que la quantité dont l'efficacité a été démontrée pour l'érable à sucre.

Les autres composantes du fertilisant liquide

En plus du Ca, l'application de 2,5 gallons/ha du produit liquide ajoute 1,8 kg/ha de nitrate (NO₃), soit 0,4 kg/ha d'azote (N). Cette quantité est négligeable par rapport aux retombées atmosphériques annuelles en N (de l'ordre de 8,5 kg/ha dans le sud du Québec). De plus, des études récentes ont montré que l'ajout de N, même à des doses de 25 kg/ha par année, n'a pas amélioré la croissance ou la concentration foliaire en N

des érables^[4]. L'apport en N provenant du Ca(NO₃)₂ est donc insuffisant pour jouer un rôle de fertilisant ou favoriser le cycle des éléments nutritifs du sol.

En ce qui concerne les éléments traces contenus dans le produit liquide, la fiche signalétique indique qu'ils représentent moins de 5 %, mais ne les précise pas. Avec la même méthode de calcul que pour le Ca et le N, on obtient une quantité de 0,5 kg/ha d'éléments traces indéterminés, ou 0,05 g/m².

Conclusion

D'après les prescriptions d'amendement (DELFE^[3]) et les résultats d'études sur le chaulage des érablières, une dose de chaux solide de 1 000 à 7 000 kg/ha est habituellement nécessaire, selon la station, pour revigorer les érablières en dépérissement. Sur la base de la dose prescrite par certains fournisseurs (2,5 gallons/ha) et d'un calcul d'équivalence, il est clair qu'un fertilisant liquide à base de Ca(NO₃)₂ ne peut remplacer la chaux conventionnelle, étant donné la faible quantité d'éléments actifs ajoutée au sol. Pour ajouter autant de Ca qu'un chaulage conventionnel, il faudrait appliquer plus de 400 fois plus de produit liquide que les recommandations de certains fournisseurs.

Remerciements

L'auteur tient à remercier Rock Ouimet, ing.f., Ph. D., du MFFP, ainsi que David Lapointe, ing.f., géog. et Denis Ruel, agr. du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ) pour leurs précieux commentaires.

Pour les curieux...

^[1] Moore, J.-D., R. Ouimet et L. Duchesne, 2012. *Soil and sugar maple response 15 years after dolomitic lime application*. For. Ecol. Manage. 281: 130-139.

^[2] Annecon, C., J.-D. Moore et R. Ouimet, 2012. *L'état de santé des érablières : démarche diagnostique*. Centre Acer. 60 p

^[3] Ouimet, R. J.-D. Moore et L. Duchesne, 2012. *DELFE : diagnostic des éléments limitatifs selon le feuillage de l'érable à sucre et le sol*. Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière. Version 1.3.

^[4] Moore, J.-D et D. Houle, 2012. *Soil and sugar maple response to 8 years of NH₄NO₃ additions in a base-poor northern hardwood forest*. For. Ecol. Manage. 310: 167-172.

Les liens Internet de ce document étaient fonctionnels au moment de son édition.

Pour plus de renseignements, veuillez communiquer avec :

Direction de la recherche forestière
Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
2700, rue Einstein, Québec (Québec) G1P 3W8

Téléphone : 418 643-7994
Télocopieur : 418 643-2165

Courriel : recherche.foresti@mfpp.gouv.qc.ca
Internet : www.mfpp.gouv.qc.ca/forets/connaissances/recherche

ISSN : 1715-0795

Forêts, Faune
et Parcs

Québec

