

## Expérimentation d'une hausse des apports atmosphériques d'azote dans trois écosystèmes forestiers du Québec

Par [Jean-David Moore](#), ing.f. M. Sc., [Daniel Houle](#), biol., Ph. D.

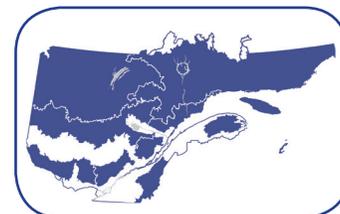
Sachant que des dépôts atmosphériques excessifs d'azote (N) dans un écosystème forestier peuvent provoquer ultimement un dépérissement<sup>1</sup>, des chercheurs de la Direction de la recherche forestière (DRF) du ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MRNF) ont étudié la question. Leurs travaux montrent qu'aux taux actuels de dépositions atmosphériques, trois écosystèmes forestiers représentatifs de trois grandes régions forestières québécoises ne sont pas saturés par cet élément. De plus, la forte rétention du N, préalablement appliqué dans la pessière et la sapinière, indique que ces deux écosystèmes boréaux sont peu enclins à être affectés, à court terme, par le phénomène de saturation en N. Toutefois, la situation serait plus problématique dans les érablières situées sur des stations dont les sols sont moins fertiles. Cette étude s'inscrit dans le cadre d'une meilleure compréhension des conditions qui concourent à l'aménagement durable des forêts.

Les pluies acides<sup>2</sup> affectent, encore aujourd'hui, les écosystèmes forestiers pourvus d'une faible capacité neutralisante. Alors que la quantité de soufre contenue dans les précipitations a diminué au cours des vingt dernières années dans le nord-est de l'Amérique du Nord, les dépôts en N sont demeurés stables mais élevés, soit de l'ordre de 10 – 15 kg ha<sup>-1</sup> an<sup>-1</sup>. Ainsi, un nombre grandissant de forêts de feuillus et de résineux de ce vaste territoire montrent des signes de saturation en N<sup>1</sup> (Ex. : certains écosystèmes de la Nouvelle-Angleterre). Bien que les dépôts en N soient aussi élevés dans le sud du Québec, aucune étude, à ce jour, n'avait vérifié leurs effets sur les écosystèmes forestiers de cette région.

Des ajouts répétés de N (trois et dix fois le taux actuel de dépôt atmosphérique<sup>3</sup>) ont été réalisés pendant trois années dans trois écosystèmes représentatifs de trois grandes régions forestières québécoises, soit l'érablière, la sapinière et la pessière noire. Ces écosystèmes reçoivent déjà différentes quantités de dépôts en N selon un gradient croissant du sud au nord, de l'érablière (8,5 kg ha<sup>-1</sup> an<sup>-1</sup>) à la pessière (3 kg ha<sup>-1</sup> an<sup>-1</sup>). Le but de l'étude était de vérifier si ces écosystèmes forestiers développent des signes de saturation en N (témoins) et s'ils réagissent à une augmentation des apports atmosphériques de cet élément (témoins vs traités).

### Effet de l'ajout d'azote sur le sol

Les concentrations en N de l'eau du sol des parcelles non traitées de chacune des trois aires d'étude ont été faibles et stables au cours des trois années de traitement, ce qui indique que ces écosystèmes ne montraient aucun signe de saturation en N. En revanche, des augmentations de N dans la solution de sol ont été observées dans les parcelles fertilisées. Toutefois, ces augmentations étaient de courte durée, et les concentrations revenaient, en quelques jours, aux faibles valeurs observées dans les témoins. L'estimation de la quantité de N perdue par lessivage a révélé que moins de 5 % du N appliqué a été lessivé (MOORE et HOULE 2008). Ces résultats indiquent que ces écosystèmes ne sont toujours pas saturés en N, à la suite de trois années de fertilisation d'intensités faible et forte, ce qui équivaut à 9 et 30 années de dépôts atmosphériques d'azote, respectivement. Une parcelle de l'érablière de Duchesnay fait exception. En effet, des concentrations élevées en N ont été observées dans le sol de l'une des trois parcelles soumises à de fortes doses de N, deux et trois ans après traitement.



Territoires où les résultats s'appliquent.

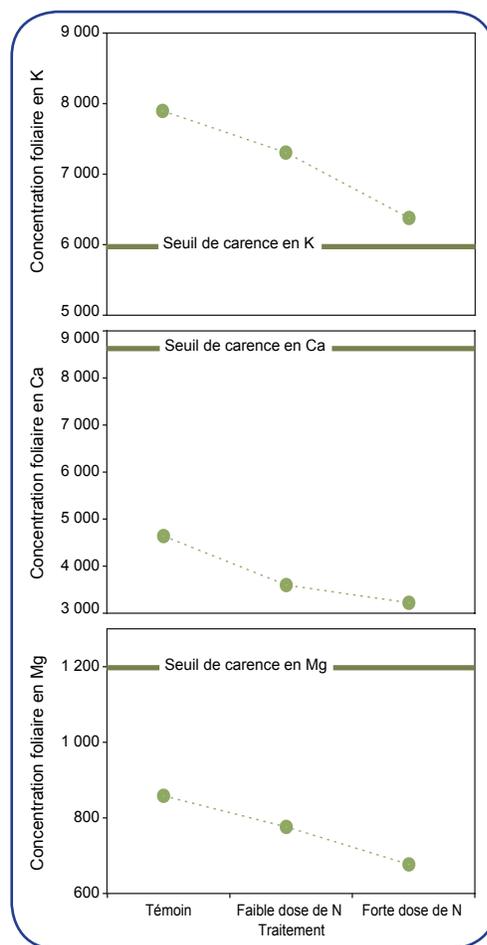


Figure 1. Effet de la fertilisation en N sur les concentrations foliaires (mg kg<sup>-1</sup>) en cations basiques (K, Ca et Mg) de l'érable à sucre, trois ans après traitement. Le seuil de carence indique la concentration foliaire en dessous de laquelle l'arbre est considéré carencé pour un élément donné.

## Effet de l'ajout d'azote sur la nutrition des arbres

L'ajout de N dans la sapinière n'a pas eu d'influence sur la nutrition des sapins. Toutefois, les fertilisations (faible et forte doses) dans la pessière noire ont fait augmenter les concentrations foliaires en calcium et en magnésium de l'épinette noire, tandis que la fertilisation à forte dose a fait augmenter les concentrations foliaires en N. L'ajout de fortes doses de N dans l'érablière a fait chuter les concentrations foliaires en calcium, magnésium et potassium de l'érable à sucre (Figure 1). Il faut noter que les valeurs obtenues dans l'érablière pour le calcium et le magnésium sont bien en dessous des seuils de carence établis pour ces éléments (Figure 1). En se basant sur les résultats de notre étude et ceux d'une étude dans une érablière de l'Ontario (HUTCHINSON et collab. 1998), il appert qu'une augmentation des dépôts atmosphériques en N perturberait davantage la nutrition de l'érable à sucre sur les stations dont les sols sont déjà pauvres en cations basiques.

### 1,2,3... explications

<sup>1</sup>Le phénomène de saturation en N du milieu forestier se manifeste lorsque la quantité de N reçue par un écosystème dépasse sa capacité d'assimilation par les arbres, les plantes, le sol ou les autres organismes, entraînant ainsi un lessivage élevé de nitrates dans la solution de sol. Ce lessivage des nitrates peut provoquer plusieurs effets indésirables, notamment une perte accrue d'éléments nutritifs (p. ex. : calcium, magnésium) et une acidification du sol. Ces changements induiraient alors un déséquilibre nutritionnel, un ralentissement de croissance et de productivité et, éventuellement, le dépérissement des écosystèmes touchés.

<sup>2</sup>Les dépôts acides proviennent en grande partie de la transformation du dioxyde de soufre ( $\text{SO}_2$ ; combustibles fossiles) et des oxydes d'azote ( $\text{NO}_x$ ; combustion des carburants des véhicules automobiles) en polluants secondaires comme l'acide sulfurique ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), l'acide nitrique ( $\text{HNO}_3$ ), et aussi, l'ammonium ( $\text{NH}_4$ ). Les pluies acides ont donc à la fois le potentiel d'acidifier les sols et de les enrichir en azote.

<sup>3</sup>Les taux ajoutés permettent de se projeter sur quelques décennies afin d'estimer si les dépôts d'azote à venir sont susceptibles de devenir un facteur à intégrer à l'aménagement durable des forêts.

### Pour les curieux...

- HOULE, D., et J.-D. MOORE, 2008. *Soil solution, foliar concentrations and tree growth response to 3-year of ammonium-nitrate addition in two boreal watersheds of Québec, Canada*. For. Ecol. Manage. 255 : 2049-2060.
- HUTCHINSON, T.C., S.A. WATMOUGH, E.P.S. SAGER et J.D. KARAGATZIDES, 1998. *Effects of excess nitrogen deposition and soil acidification on sugar maple (Acer saccharum) in Ontario, Canada: an experimental study*. Canadian Journal of Forest Research 28 : 299-310.
- MOORE, J.-D. et D. HOULE, 2009. *Soil solution and sugar maple response to  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  additions in a base poor northern hardwood forest of Québec, Canada*. Environ. Monit. Assess. 155 : 177-190.
- QUIMET, R., et L. DUCHESNE, 2009. *Dépôts atmosphériques dans les forêts au Québec : retombées actuelles et tendances au cours des 20 à 30 dernières années*. Naturaliste canadien 133(1) : 56-64.

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

## Effet de l'ajout d'azote sur la croissance et la vigueur des arbres

La croissance radiale des arbres des trois écosystèmes et la vigueur des érables à sucre n'ont pas été influencées par les trois années de fertilisation. L'absence de réaction de la croissance pour les écosystèmes boréaux s'expliquerait par la forte rétention du N par les mousses et les sphaignes (pessière), les débris ligneux (sapinière) et les micro-organismes du sol. Aussi, la concentration en N relativement élevée des aiguilles des arbres non traités de la sapinière (~ 1,5 %) suggère que les besoins nutritionnels en N des sapins étaient déjà comblés. L'absence de réaction des érables à sucre, en terme de croissance et de vigueur, est surprenante étant donné l'importante baisse des concentrations en calcium du feuillage des érables fertilisés. Dans tous les cas, il est possible que l'absence de réaction soit attribuable au court laps de temps écoulé depuis le début de la fertilisation.



### Conclusion

Cette étude, une première au Québec, indique, qu'aux taux actuels de dépôts atmosphériques, les trois écosystèmes forestiers étudiés ne seraient pas saturés en N. Malgré que les sols de ces écosystèmes aient reçu l'équivalent de 30 années de dépôts en N, la forte capacité de rétention du N dans la pessière et la sapinière laisse croire que ces écosystèmes boréaux sont peu enclins à être affectés par le phénomène de saturation en N au cours des prochaines décennies. La situation de l'érablière de Duchesnay semble toutefois plus complexe. En effet, nos observations, jumelées à celles d'une étude en Ontario, suggèrent que les érablières situées sur des stations peu fertiles sont plus sensibles à une augmentation des apports atmosphériques de N que celles situées sur des stations plus riches.

Pour plus de renseignements, veuillez communiquer avec :

Direction de la recherche forestière  
Ministère des Ressources naturelles et de la Faune  
2700, rue Einstein, Québec (Québec) G1P 3W8  
Téléphone : 418 643-7994 Télécopieur : 418 643-2165  
Courriel : [recherche.forestiere@mrnf.gouv.qc.ca](mailto:recherche.forestiere@mrnf.gouv.qc.ca)  
Internet : [www.mrnf.gouv.qc.ca/forets/connaissances/recherche](http://www.mrnf.gouv.qc.ca/forets/connaissances/recherche)

ISSN : 1715-0795

Ressources naturelles  
et Faune

Québec

