



Sciences et technologies

MIGRATION ASSISTÉE DE L'ÉRABLE À SUCRE : ET SI L'ESSENTIEL ÉTAIT INVISIBLE POUR LES YEUX ?

Morgane Enea

Étudiante au doctorat
Département de biologie
Université de Sherbrooke

Christian Messier

Professeur titulaire
Chaire de recherche du Canada
sur la résilience des forêts face
aux changements globaux, ISFORT
Université du Québec en Outaouais

Isabelle Laforest-Lapointe

Professeure agrégée
Chaire de recherche du Canada
en écologie microbienne appliquée,
Département de biologie
Université de Sherbrooke

S'adapter, migrer ou disparaître ? Alors que les changements climatiques dépassent désormais l'augmentation moyenne de la température planétaire de 1,5 °C, l'avenir des écosystèmes reste incertain. Certaines espèces sont en danger, comme le caribou forestier, déjà hautement fragilisé en raison de la fragmentation de son habitat. D'autres, comme le cardinal rouge, que l'on rencontre plus fréquemment au sud du Québec, se déplacent vers des milieux plus cléments. Si cette stratégie d'adaptation semble possible pour les animaux pouvant se mouvoir, pour les plantes, ancrées dans le sol, la notion de déplacement est tout autre.



Les arbres de nos forêts tempérées montrent une capacité d'extension de leur aire de répartition vers des latitudes ou des altitudes plus élevées. Toutefois, contrairement au cardinal, cette migration s'apparente à une longue course à relais : les graines tombent un peu plus loin à chaque génération, gagnant du terrain, mais suivant un rythme biologique bien distinct de l'urgence climatique. La longévité et la lente dispersion des arbres, de quelques kilomètres par siècle, sont des contraintes majeures pour la migration d'espèces comme l'érable à sucre, qui pour s'adapter aux changements climatiques devrait se déplacer de l'ordre de centaines de kilomètres par siècle. (Vissault et al., 2020). Les arbres se font donc progressivement distancer par leur environnement optimal.

Cet écart climatique prend une ampleur particulière lorsqu'il s'agit d'espèces qui revêtent une importance économique, sociale et écologique, comme l'érable

à sucre (*Acer saccharum*). Si l'on s'était ironiquement demandé si même le Nunavik produirait du sirop en 2100, deux questions demeurent : premièrement, l'érable sera-t-il capable de suivre par lui-même le déplacement de son enveloppe climatique optimale? Deuxièmement, les conditions biophysiques actuelles de la forêt boréale sont-elles favorables à cette expansion vers le nord? Face à ces défis, la notion de migration assistée s'impose depuis quelques années comme un sujet de débat incontournable.

La migration assistée

Afin de combler ce décalage climatique qui s'accélère, les domaines de la foresterie et de la recherche explorent actuellement une solution : la migration assistée d'espèces arborées vers des régions septentrionales et de plus hautes altitudes. Comme son nom l'indique, il s'agit de déplacer délibérément des arbres vers des lieux où les climats, tant actuels que futurs, leur seront favorables, devançant ainsi leur lente dispersion naturelle. Trois stratégies principales de migration assistée se distinguent (Figure 1), jugées de la plus prudente à la plus risquée (Encadré 1). La première est la migration de populations du sud vers le nord en restant au sein de l'aire de répartition actuelle (Figure 1 A). Ici, on pourrait déplacer des graines d'érable à sucre des populations de l'État de New York vers le Québec afin d'avoir des individus mieux adaptés aux conditions climatiques qui se réchauffent. La seconde est la migration de populations au-delà de leur limite actuelle : on parle alors d'expansion d'aire (Figure 1 B). Selon cette stratégie, on déplacerait des graines au-delà de la limite actuelle de distribution afin de devancer les changements climatiques. On planterait donc des érables à sucre dans une zone où l'espèce n'est pas encore présente, mais où les conditions climatiques sont devenues propices à sa croissance, comme au sud de la sapinière à bouleau jaune. Finalement, la dernière stratégie implique la migration d'espèces sur de longues distances, en dehors de leur aire de répartition historique, mais qui ont le potentiel de pouvoir survivre aux conditions climatiques actuelles et futures (Figure 1 C). Au Québec, on pourrait envisager d'acclimater des érables de Floride (*Acer floridanum*), adaptés aux climats plus chauds, afin d'enrichir le bassin d'espèces locales pouvant s'adapter aux nouvelles conditions, ce qui assurerait la persistance d'une espèce arborescente qui remplit des fonctions écologiques semblables dans l'écosystème.

Le raisonnement à la base de ces stratégies est donc de déplacer des populations du sud vers le nord, ou en altitude, afin de suivre ou de devancer les conditions climatiques propices à leur survie. Cette intervention semble nécessaire pour l'érable à sucre, alors que de

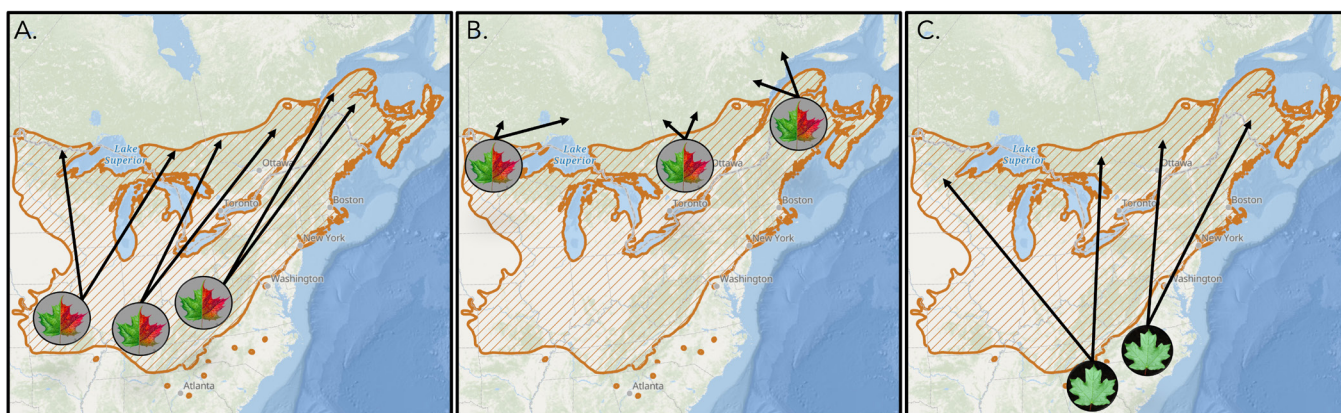


Figure 1. Les trois stratégies de migration assistée : A. migration de populations d'érable à sucre, B. expansion d'aire au-delà et C. introduction d'une espèce non native. La répartition actuelle de l'érable est la zone orange, adaptée de Enea et al., 2025.

plus en plus de signes d'affaiblissement dû aux stress induits par les changements climatiques sont observés, notamment au sud de son aire de répartition (Enea et al., 2025). La migration assistée devient intéressante non seulement pour préserver un symbole sur le drapeau, mais aussi une économie et une culture. Si l'idée est convaincante en théorie, un tel déplacement d'espèces se heurte à une réalité biologique complexe et soulève d'importantes considérations écologiques, sociales et éthiques.

La réalité biologique

LÀ OÙ ÉRABLE ET SAPIN SE RENCONTRENT

La limite nord de l'érable à sucre est aussi la limite sud du sapin baumier ou de l'épinette noire. Cette zone où forêts tempérées et boréales s'entremêlent est appelée un « écotone ». L'expansion d'aire de l'érable à sucre vers le nord revient donc à une modification de ces « frontières ». En raison des caractéristiques différentes de ces deux biomes, les arbres colonisant l'écotone sont alors soumis à différents filtres naturels dans leur progression vers le nord (Brown et Vellend, 2014 ; Carteron et al., 2020). Tout d'abord, les caractéristiques physico-chimiques des sols des forêts tempérées sont différentes de celles des forêts boréales, tout comme la biodiversité qu'elles abritent, tant en surface qu'en profondeur. Ensuite, les pressions des herbivores et des pathogènes, la compétition avec d'autres espèces arborées, ainsi que les perturbations, comme les feux, diffèrent également. Il est donc important de garder en tête que la répartition d'une espèce d'arbre n'est pas dépendante d'une seule variable : ses limites dépendent de nombreuses interactions visibles et invisibles. Dans la dernière décennie, plusieurs travaux ont caractérisé la performance de l'érable à sucre le long de gradients

altitudinaux et latitudinaux au Québec, révélant une combinaison de contraintes abiotiques et biotiques qui façonnent la survie et la croissance des semis (Figure 2).

UNE FRONTIÈRE SOUTERRAINE INVISIBLE

Le sol est le parfait exemple d'un système biophysique complexe où pH, texture, fertilité, matière organique, faune souterraine ainsi que d'innombrables micro-organismes interagissent. Bien plus qu'un simple substrat inerte, ce milieu peu connu constitue un véritable réservoir de biodiversité qui influence directement la survie et la croissance des arbres. L'environnement boréal peut donc ne pas être viable pour les petites plantules d'érable à sucre. Tout d'abord l'acidité plus marquée du sol en forêt boréale et la faible concentration en cations basiques, dont le calcium, limitent fortement le développement des plantules (Carteron et al., 2020 ; Chamard et al., 2024). Au-delà de la limite de répartition de l'érable, il y a aussi une forte prédation des graines (Brown et Vellend, 2014) et un substrat local qui peut ne pas être adapté (Solarik et al., 2018). Néanmoins, planter des semis d'érable à sucre en dehors de l'aire naturelle de cette espèce présente aussi un avantage : en éloignant l'espèce de son habitat d'origine, les plantules échappent temporairement à certains de ses herbivores et pathogènes habituels (Chamard et al., 2024), ce qui est appelé le « relâchement de la pression par l'ennemi ». En effet, une plus forte concentration de congénères favorise la présence de pathogènes et d'herbivores. Ce phénomène est bien connu en agriculture, où la rotation des cultures permet d'éviter ce problème. Toutefois, ce répit ne garantit pas le succès de l'établissement de l'érable à sucre au-delà de son aire de répartition naturelle, car la survie dépend aussi de l'adaptation locale des graines et, surtout, d'autres facteurs, dont les communautés microbiennes (Carteron et al., 2020 ; Solarik et al., 2018).

Érablière Écotone Forêt boréale			
Facteurs abiotiques			
 Température	+ <i>Stress plus fréquents</i>	+/-	- <i>Gels tardifs</i>
 pH et cations du sol	+	+/-	- <i>Manque de calcium</i>
Facteurs biotiques			
 Prédation des graines	-	-	+
 Herbivorie	+	+/-	- <i>Relâchement de la pression par l'ennemi</i>
 Champignons mycorhiziens arbusculaires	+	+/-	- <i>Manque d'alliés</i>
 Pathogènes racinaires	-	+/-	+
 Pathogènes foliaires	+	+	- <i>Relâchement de la pression par l'ennemi</i>

Figure 2. Facteurs abiotiques et biotiques influençant l'établissement de l'érable à sucre de la forêt tempérée à boréale. Les signes (+, +/-, -) indiquent l'intensité du facteur, et les couleurs renseignent sur son effet sur les plantules : favorable (vert), intermédiaire (jaune) ou défavorable (orange).



Encadré 1 : Sommes-nous prêts à voir nos forêts changer ?

De manière générale le public québécois se montre ouvert à ces nouvelles stratégies de gestion forestière, avec un soutien qui augmente plus les risques sont bas [Tavares Moreira et al., 2025]. Ces risques sont principalement de créer de nouvelles problématiques, telles que l'introduction d'espèces envahissantes ou de maladies, ou encore de déséquilibrer l'écosystème d'accueil. Des doutes sont aussi émis quant à la faisabilité des projets, soulignant le manque d'expériences en milieux contrôlés et naturels. Au Québec, plus de 70 % de la population juge la migration assistée acceptable, un chiffre qui grimpe à près de 84 % lorsqu'il s'agit de déplacer des populations locales plutôt que d'introduire des espèces exotiques. Cette stratégie est majoritairement perçue comme une intervention nécessaire face à l'urgence climatique. Le *statu quo*, c'est-à-dire ne rien faire, est souvent perçu comme l'option la plus risquée. Les recommandations sont de communiquer de manière transparente les risques, les incertitudes et les objectifs au public, qui montre une méfiance politique élevée. De plus, l'inclusion efficace de l'appui et des savoirs locaux et autochtones dès les premières étapes de la planification de projets de cette envergure est essentielle au succès de ces derniers [Tavares Moreira et al., 2025].

ON A SOUVENT BESOIN D'UN PLUS PETIT QUE SOI

En s'aventurant vers la forêt boréale, l'érable à sucre doit s'acclimater à un écosystème souterrain qui ne lui est pas familier. En effet, aux frontières nord de son aire de répartition, la diversité des bactéries et de ses champignons partenaires s'appauvrit, tant à la surface qu'à l'intérieur même des racines des jeunes arbres [De Bellis et al., 2022; Wallace et al., 2018]. Couplée à l'absence temporaire des pathogènes évoquée plus haut, cette perte de partenaires confirme qu'une réorganisation des communautés microbiennes s'opère entre les forêts tempérées et boréales. Mais surtout, un manque de champignons mycorrhiziens à arbuscule, formant des symbioses dont l'érable à sucre dépend notamment pour absorber ses nutriments et son eau, restreint considérablement la croissance des plantules, que

ce soit lors d'expériences en serre ou sur le terrain [Carteron et al., 2020; Chamard et al., 2024]. En raison de la dominance des conifères, les forêts boréales sont principalement colonisées par des champignons ectomycorhiziens. Ceux-ci forment un réseau symbiotique bien distinct, dont l'érable à sucre est *a priori* incapable de bénéficier. De surcroît, les semis plantés au-delà de leur aire semblent confrontés à une présence accrue de nouveaux pathogènes racinaires [Brown et Vellend, 2014]. En somme, ces différents résultats montrent que les contraintes du sol, tant abiotiques que biotiques, jouent un rôle aussi déterminant que le climat dans la capacité de l'érable à sucre à s'établir (Figure 2). Ces conditions détermineront conjointement la capacité de l'érable à survivre, à croître et à s'établir aux marges ou au-delà de son aire de répartition actuelle.

Alors, on laisse faire ou on passe à l'action ?

Même s'il ne fait aucun doute que l'aménagement forestier modifie d'ores et déjà nos forêts, la voix de la prudence demande : face à tout ce que l'on ignore encore aujourd'hui, quel est le juste niveau d'intervention ? En tenant compte des nombreux défis imposés par le sol, la biologie de l'arbre et le climat, faut-il abandonner l'idée de la migration assistée pour certaines espèces ? Le *statu quo* nous condamne indéniablement à voir nos érablières décliner, malgré encore quelques décennies de bonne production de cet or liquide dont le flot fait la fierté de la société québécoise. Une intervention, guidée par des choix appuyés par la science, deviendra probablement nécessaire afin d'assurer la pérennité de l'érable à sucre au Québec.

DES STRATÉGIES SYLVICOLES INNOVANTES

Plutôt que de planter des érables seuls dans la forêt boréale au risque qu'ils subissent des gels tardifs ou un choc microbien, différentes approches sont étudiées. Des initiatives, comme le réseau de recherche DREAM [*Desired REgeneration through Assisted Migration*, Royo et al., 2023], testent la survie et la croissance de différentes espèces d'arbres en dehors de leurs aires naturelles selon différentes stratégies sylvicoles. Par exemple, en plantant l'érable à sucre, qui est très tolérant à l'ombre sous le couvert protecteur d'autres arbres, nous pourrions protéger davantage les jeunes semis des aléas climatiques négatifs à l'érable à sucre à court terme en attendant que le climat futur prévu s'installe véritablement. Nous pouvons également imaginer planter l'érable en le

mélangeant à d'autres espèces de feuillus, telles que le peuplier, les bouleaux blanc et jaune ou même l'érable rouge, mieux adaptées aux climats boréaux actuels, afin d'enrichir le sol, augmenter son pH et favoriser la présence de communautés microbiennes bénéfiques à l'érable à sucre.

INTERVENIR POUR PROTÉGER L'ÉCOSYSTÈME, PAS SEULEMENT L'ESPÈCE

Finalement, la migration assistée ne devrait pas avoir pour seul but de « sauver » une espèce commerciale isolée, mais bien de maintenir les fonctions globales de l'écosystème et d'augmenter sa résilience face aux changements climatiques. C'est avec cette vision que des initiatives telles que le projet pancanadien DIVERSE se concrétisent. Réussir ce pari exigera de lever certaines barrières juridiques, notamment en redéfinissant les zones de transfert de semences autorisées, afin de permettre ces mouvements. Il ne fait aucun doute que la prudence est de mise, mais l'inaction n'est plus une option. Afin que nos forêts continuent de fournir tous les services dont nous dépendons, et que l'on puisse encore produire du sirop d'érable, nous devons envisager d'amorcer des essais stratégiques et concrets afin de faciliter la migration assistée de l'érable à sucre en considérant non seulement l'arbre, mais également l'ensemble de l'écosystème forestier. Du bout des feuilles jusqu'aux profondeurs du sol, la forêt a autant besoin du lion que du rat pour prospérer.

RÉFÉRENCES

- Brown, C. D., et Vellend, M. (2014).** Non-climatic constraints on upper elevational plant range expansion under climate change. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 281(1794), 20141779.
- Carteron, A., Parasquive, V., Blanchard, F., Guilbeault-Mayers, X., Turner, B. L., Vellend, M., et Laliberté, E. (2020).** Soil abiotic and biotic properties constrain the establishment of a dominant temperate tree into boreal forests. *Journal of Ecology*, 108(3), 931-944.
- Chamard, J., Faticov, M., Blanchet, F. G., Chagnon, P.-L., et Laforest-Lapointe, I. (2024).** Interplay of biotic and abiotic factors shapes tree seedling growth and root-associated microbial communities. *Communications Biology*, 7(1), 360.
- De Bellis, T., Laforest-Lapointe, I., Solarik, K. A., Gravel, D., et Kembel, S. W. (2022).** Regional variation drives differences in microbial communities associated with sugar maple across a latitudinal range. *Ecology*, 103(8), e3727.
- Enea, M., Beauregard, J., De Bellis, T., Faticov, M., et Laforest-Lapointe, I. (2025).** The temperate forest phyllosphere and rhizosphere microbiome : A case study of sugar maple. *Frontiers in Microbiology*, 15, 1504444.

Royo, A. A., Raymond, P., Kern, C. C., Adams, B. T., Bronson, D., Champagne, E., Dumais, D., Gustafson, E., Marquardt, P. E., McGraw, A. M., Miesel, J. R., Munson, A. D., Périé, C., Moreira, F. J. T., Ola, A., Bouchard, M., et Bissonnette, J.-F. (2023). Desired REgeneration through Assisted Migration (DREAM) : Implementing a research framework for climate-adaptive silviculture. *Forest Ecology and Management*, 546, 121298. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2023.121298>

Solarik, K. A., Messier, C., Ouimet, R., Bergeron, Y., et Gravel, D. (2018). Local adaptation of trees at the range margins impacts range shifts in the face of climate change. *Global Ecology and Biogeography*, 27(12), 1507-1519.

Tavares Moreira, F. J., Bissonnette, J.-F., Raymond, P., et Munson, A. (2025). Determinants of Public Acceptability of Forest Assisted Migration : Evidence from a Representative Survey in Quebec, Canada (SSRN Scholarly Paper No 5811716). Social Science Research Network. <https://doi.org/10.2139/ssrn.5811716>

Vissault, S., Talluto, L., Boulangeat, I., et Gravel, D. (2020). Slow demography and limited dispersal constrain the expansion of north-eastern temperate forests under climate change. *Journal of Biogeography*, 47(12), 2645-2656. <https://doi.org/10.1111/jbi.13978>

Wallace, J., Laforest-Lapointe, I., et Kembel, S. W. (2018). Variation in the leaf and root microbiome of sugar maple (*Acer saccharum*) at an elevational range limit. *PeerJ*, 6, e5293.



© Auteur(s), 2026. Le Climatoscope dispose d'une licence non exclusive de publication et de diffusion. Article publié sous licence CC BY 4.0.



Crédit photo : AR Nature GaL CC BY-NC 2.0 flickr