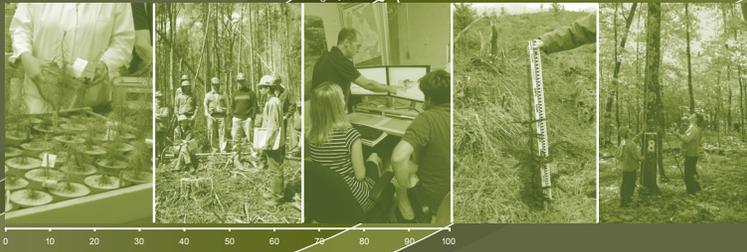


$$P'(t) = \frac{r}{k} P(t)(b - P(t))$$

$$V_{AE,B} = \beta, dhp_{AE}^b H_{AE}^b + \hat{\epsilon}_{2,AE}$$



Anticiper les effets des changements climatiques sur l'habitat des arbres dans la forêt sous aménagement au Québec : perspectives et approche

Par Catherine Périé, biol., Ph. D. et Sylvie de Blois, biol., Ph. D.



Territoires où les résultats s'appliquent.

Bien qu'on ne doute plus de l'ampleur des **changements climatiques** en cours, c'est un défi de taille que de prédire les effets qu'ils auront sur la composition, la structure et le fonctionnement des écosystèmes forestiers. L'ampleur et la vélocité de ces changements, combinées aux autres facteurs de stress d'origine anthropique déjà présents (p. ex. la pollution atmosphérique ou le morcellement des habitats), nous forcent à élaborer des stratégies d'adaptation. Périé *et al.* (2014) ont ainsi modélisé l'effet des changements climatiques sur la répartition possible des conditions favorables aux arbres de la forêt sous aménagement au Québec, afin de guider les aménagistes lors du choix des espèces à favoriser dans le paysage. L'approche utilisée dans cette étude combine des modèles d'habitat et des projections climatiques pour la fin du 21^e siècle.

Les changements climatiques au 21^e siècle

Le climat dans lequel les écosystèmes terrestres évoluent s'est significativement réchauffé depuis le début du 20^e siècle, et ce réchauffement s'intensifiera très probablement au cours des prochaines décennies. Sur le territoire de la forêt sous aménagement du Québec, les simulations climatiques concordent pour prédire que les étés de la fin du 21^e siècle pourraient être, en moyenne, jusqu'à 3,7 °C plus chauds que ceux de la fin du 20^e siècle. Les précipitations, quant à elles, pourraient faiblement diminuer (1,5 %; Logan *et al.* 2011). Ceci laisse entrevoir un risque de stress hydrique, surtout dans la partie sud de la province.

L'utilisation d'**analogues climatiques**¹ permet d'illustrer l'ampleur des changements anticipés : ainsi, vers la fin du 21^e siècle, les villes de Roberval, Rimouski, Rivière-du-Loup, La Tuque et Mont-Laurier connaîtraient des températures et des précipitations similaires à celles qu'on trouvait à Montréal à la fin du 20^e siècle (Figure 1)!

La vélocité de ces changements est aussi sans précédent, les **isothermes**² se déplaçant rapidement vers le nord, à une vitesse de l'ordre de plusieurs dizaines de km par décennie. Prenons par exemple les isothermes +7,5 et -2,5 °C qui, à la fin du 20^e siècle, correspondaient en gros aux limites sud et nord de la forêt sous aménagement au Québec. Selon les scénarios climatiques, le premier pourrait se déplacer d'une vingtaine de kilomètres par décennie, tandis que le second se déplacerait d'environ 80 km par décennie, soit 4 fois plus vite.

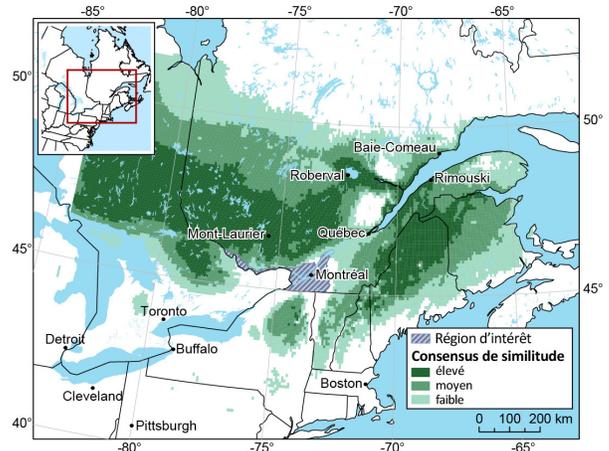


Figure 1. Analogues climatiques de la région de Montréal à la fin du 21^e siècle (2071-2100), construits à partir des projections de la température annuelle moyenne et des précipitations totales annuelles de 139 scénarios climatiques (1971-2000). Adapté de Logan (2014).

Les modèles d'habitat

Le climat est une composante majeure de l'habitat d'une espèce, puisqu'il joue un rôle de premier plan dans la composition, la structure et le fonctionnement des écosystèmes. Comment peut-on alors anticiper l'effet des changements climatiques sur les forêts du Québec? Il est reconnu dans la littérature scientifique que pour chaque espèce, on peut identifier le spectre des conditions climatiques, édaphiques ou autres qui sont favorables à sa survie en associant les occurrences connues de cette espèce aux caractéristiques environnementales de l'habitat où on la retrouve (répartition observée). Ceci permet de construire des modèles d'habitat pour calculer la probabilité qu'un endroit donné soit propice à la présence d'une espèce en fonction des conditions environnementales présentes. Les modèles d'habitat sont l'une des approches les plus utilisées pour anticiper l'effet potentiel des changements climatiques sur la répartition géographique des conditions favorables à une espèce. Bien qu'ils soient souvent

¹ Deux lieux sont considérés comme des « **analogues climatiques** » lorsque le climat futur du premier tendrait à évoluer pour correspondre au climat actuel du second.
² Un **isotherme** est une ligne imaginaire qui joint les points où la température moyenne de l'air est identique.

interprétés comme prédisant la présence d'une espèce, il importe de comprendre que ce sont les conditions favorables à cette espèce qui sont modélisées, et non pas la présence de l'espèce elle-même.

Dans cette étude, nous avons construit des modèles d'habitat à l'échelle de l'est de l'Amérique du Nord pour chacune des 120 espèces d'arbres présentes au Québec ou en périphérie, à partir des caractéristiques environnementales suivantes : la température annuelle moyenne¹⁹⁶¹⁻¹⁹⁹⁰, les précipitations annuelles totales¹⁹⁶¹⁻¹⁹⁹⁰ ainsi que les précipitations utiles¹⁹⁶¹⁻¹⁹⁹⁰ (qui tombent durant la saison de croissance, de juin à septembre), l'altitude, le type de dépôts (7 classes) et le régime hydrique (3 classes).

Pour évaluer la valeur prédictive de chaque modèle d'habitat, nous avons vérifié s'il pouvait reproduire fidèlement la répartition actuellement observée de l'espèce étudiée. Pour les 120 espèces, les répartitions observées sont généralement bien reproduites, puisque le taux d'erreur moyen de classement en présence-absence est de 13 %. Prenons l'exemple du modèle d'habitat de l'érable à sucre. Si nous comparons l'habitat modélisé (Figure 2b) à l'habitat actuellement observé (Figure 2a), le taux de mauvais classement n'est que de 9 %. Le modèle d'habitat identifie donc très bien dans l'espace les secteurs favorables à l'érable à sucre.

Projection dans le climat du futur

Où se déplaceront ces secteurs favorables au 21^e siècle, sous l'influence des changements climatiques? Pour le savoir, nous

avons combiné les modèles d'habitat aux modèles climatiques, en utilisant l'ensemble des climats futurs (ex. : 2071-2100) obtenus par différents scénarios climatiques considérés ici comme tous équiprobables. Cela nous a permis de modéliser l'habitat futur à partir de la probabilité qu'un endroit donné soit favorable à la présence d'une espèce dans le climat futur.

Si l'on reprend l'exemple de l'érable à sucre, on remarque que l'habitat futur (Figure 2c) pourrait se contracter dans sa partie la plus au sud et s'étendre vers le nord, par rapport à l'habitat modélisé pour la période de référence (Figure 2b). Répétons que ceci ne garantit en rien la présence ou l'absence future de l'espèce.

Pertinence des connaissances acquises

Étant donné l'ampleur des changements climatiques, la forêt québécoise pourrait connaître des bouleversements importants au cours du 21^e siècle. L'approche utilisée permet d'identifier les contraintes et les occasions offertes par ces changements, comme le démontre l'exemple de l'érable à sucre. Les résultats de cette étude permettront de mieux prendre en compte l'effet des changements climatiques dans nos pratiques forestières.

Note

D'autres résultats de ce projet sont présentés dans les Avis de recherche forestière n^{os} 62 à 65. Tous présentent l'effet anticipé des changements climatiques sur l'**habitat potentiel** des arbres au Québec et non sur leur **présence réelle**. Autrement dit, ce n'est pas parce qu'un habitat est favorable à la présence d'une espèce que celle-ci l'occupe nécessairement; à l'inverse, une espèce peut occuper un habitat devenu défavorable.

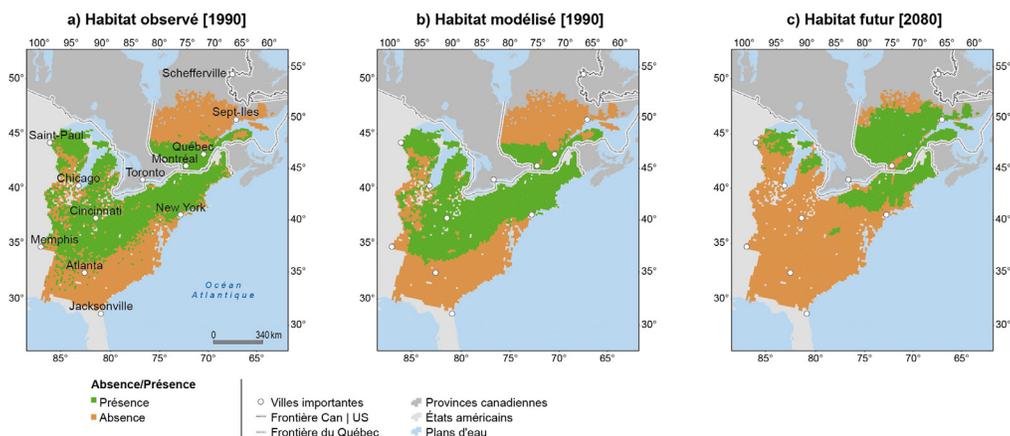


Figure 2. Illustration des résultats de la modélisation pour l'érable à sucre dans l'est de l'Amérique du Nord. Les zones en vert illustrent la présence probable de conditions favorables à l'espèce pour a) l'habitat observé, b) l'habitat modélisé et c) l'habitat futur. Les probabilités ont été calculées pour 6 418 pixels de 400 km².

Pour en savoir plus...

PÉRIÉ, C., S. DE BLOIS, M.-C. LAMBERT et N. CASAJUS, 2014. *Effets anticipés des changements climatiques sur l'habitat des espèces arborescentes au Québec*. Gouvernement du Québec, ministère des Ressources naturelles, Direction de la recherche forestière. Mémoire de recherche forestière n^o 173. 46 p.

LOGAN, T., I. CHARRON, D. CHAUMONT et D. HOULE, 2011. *Atlas de scénarios climatiques pour la forêt québécoise*. Ouranos et Gouvernement du Québec, ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière. 124 p.

LOGAN, T., 2014. *Les climats du Québec*. Dans : BERTEAUX, D., N. CASAJUS et S. DE BLOIS (éds). *Changements climatiques et biodiversité du Québec : vers un nouveau patrimoine naturel*. Presses de l'Université du Québec. Rimouski, QC. p. 29-48.

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
Télécopieur : 418 643-2165

Courriel : recherche.forestiery@mffp.gouv.qc.ca
Internet : www.mffp.gouv.qc.ca/forets/connaissances/recherche

ISSN : 1715-0795

Forêts, Faune
et Parcs

Québec