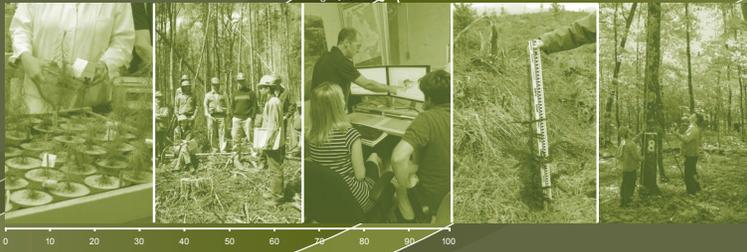


$$P'(t) = \frac{r}{k} P(t)(b - P(t))$$

$$V_{AE,B} = \beta_1 d h p_k^b H_k^b + \hat{\epsilon}_{2,t}$$



Prédire l'effet des changements climatiques sur le volume marchand des plantations d'épinettes au Québec

Par André Rainville, ing.f., Jean Beaulieu, ing.f., M. Sc., Ph. D., Luc Langevin, stat., M. Sc., Travis Logan, B. Sc., M. Sc. et Marie-Claude Lambert, stat., M. Sc.



Territoires où les résultats s'appliquent.

Dans un contexte d'aménagement écosystémique, les plantations à haut rendement font partie des options offertes pour maintenir la productivité des forêts et concentrer la production ligneuse sur une faible portion du territoire, notamment dans les aires d'intensification de la production ligneuse. Pour atteindre ces objectifs, les aménagistes devront toutefois utiliser des sources de semences adaptées non seulement au climat actuel, mais également à celui du futur. Alors comment choisir la source de semences à planter et le bon endroit pour le faire, sachant que les conditions environnementales sont appelées à changer? Pour répondre à cette question, la DRF a conçu des **modèles de transfert** qui prennent en compte la capacité d'adaptation des espèces aux variations rapides du climat. Associés avec des **modèles de productivité**, ils permettent de prédire le rendement futur des plantations au Québec sous l'effet des changements climatiques.

Devant la rapidité des changements climatiques actuels, plusieurs espèces d'arbres n'auront probablement pas le temps de s'adapter et pourraient disparaître localement, régionalement, ou même complètement. La plantation constitue donc une mesure privilégiée d'adaptation, car elle permet de déplacer des sources de semences en vue de maximiser le rendement futur des forêts. Ces déplacements doivent toutefois se faire avec précaution et être guidés par des connaissances scientifiques appropriées.

Tirer parti des tests génétiques existants

Dans les années 1960-1970, des **tests de provenances** ont été établis pour l'épinette blanche (EPB) et l'épinette noire (EPN), deux espèces qui représentent les trois quarts des plants produits dans le cadre du programme de reboisement du Ministère. Ces tests génétiques, qui servent à sélectionner le matériel le plus performant en vue d'augmenter la productivité des plantations du Québec, rassemblent une variété de provenances (sources de semences) dans une gamme de sites aux conditions environnementales diverses. Ils peuvent donc aussi servir à estimer indirectement la réponse potentielle des provenances aux changements rapides de climat, puisqu'ils mesurent la capacité d'adaptation des populations.

La **provenance** est l'origine géographique initiale et naturelle d'un lot de semences, de pollen, de boutures ou de greffons, généralement représentée par plusieurs arbres. Les **tests de provenances** sont des plantations établies selon un plan statistique approprié pour évaluer des populations d'une même espèce, d'origines géographiques variées. Ils peuvent servir à déterminer les distances maximales de transfert envisageables avant que se manifeste un problème de mésadaptation. Les tests de cette étude ont été mis en place à la fin des années 1970 par le Service canadien des forêts.



Figure 1. En choisissant de recourir à la plantation, l'aménagiste forestier a la possibilité de sélectionner une source (provenance) mieux adaptée au climat futur, ce qui pourrait permettre d'augmenter la productivité forestière du Québec (Photo : Steve Lemay, MFFP).

Des modèles de transfert ont donc été conçus à partir des mesures de croissance récoltées dans ces tests. Ils intègrent un ensemble de scénarios climatiques pour prédire si les différences de climat entre deux périodes, et entre deux sites lorsqu'il y a déplacement de sources de semences, auront un effet positif ou négatif sur la croissance en hauteur des arbres.

Dans un deuxième temps, ces modèles de transfert ont été jumelés à des modèles de productivité (IQS biophysique) récemment élaborés au Québec (Beaulieu *et al.* 2011), pour prédire le rendement futur en volume marchand des plantations partout au Québec.

Prédire les rendements futurs

Les résultats des simulations démontrent qu'à court terme (période 2046-2065), le rendement des plantations d'EPB issues de sources locales augmenterait, en réponse à de meilleures conditions climatiques dans les trois domaines bioclimatiques étudiés. La hausse serait plus marquée dans ceux de la pessière et de la sapinière (Figure 2a), ce qui éliminerait presque les écarts entre les trois domaines. Cependant, à long terme (période 2081-2099), le rendement des plantations d'EPB dans le domaine de l'érablière diminuerait par rapport au niveau actuel, tandis que la hausse se maintiendrait dans les deux autres. L'erreur associée aux volumes marchands prédits varie peu dans le temps; elle est surtout attribuable aux modèles de productivité utilisés, et peu aux variables et modèles climatiques.

Pour l'EPN, à court terme (période 2046-2065), c'est dans le domaine de l'érablière que les plantations présenteraient les rendements les plus faibles, avec une réduction de 32 % du volume marchand (Figure 2b). Le climat de la période 2081-2099 deviendrait défavorable aux plantations d'EPN dans toute la province. En effet, les rendements pourraient diminuer de 65 % dans l'érablière, de 31 % dans la sapinière et de 30 % dans la pessière, par rapport à la période 2046-2065, et seraient même beaucoup plus faibles qu'actuellement (baisse respectives de 77 %, de 29 % et de 25 % dans les trois domaines). Ces projections à long terme pour l'EPN doivent toutefois être interprétées avec prudence, car l'erreur associée aux rendements est très grande et attribuable en majeure partie à la variabilité entre les scénarios climatiques, qui augmente dans le temps.

Des résultats surprenants!

Les résultats de l'étude montrent notamment que la performance des plantations est fortement influencée par la température hivernale. En effet, une température moyenne plus chaude pendant les mois d'hiver serait bénéfique à la croissance de l'EPB. Chez l'EPN, la croissance serait plutôt favorisée par un extrême hivernal moins rigoureux (c.-à-d. une température minimale annuelle moins froide). Pourtant, l'hiver est généralement considéré comme une période de dormance et d'inactivité biologique pour les arbres! L'effet bénéfique observé s'expliquerait par le fait que plusieurs processus comme l'activité métabolique, la respiration et l'activité enzymatique du sol peuvent se poursuivre à des températures près ou sous le point de congélation, malgré que les températures optimales soient plus élevées.

Pour en savoir plus...

RAINVILLE, A., J. BEAULIEU, L. LANGEVIN, T. LOGAN et M.-C. LAMBERT, 2014. *Prédire l'effet des changements climatiques sur le volume marchand des principales espèces résineuses plantées au Québec, grâce à la génétique forestière*. Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière. Mémoire de recherche forestière no 174, 58 p.

BEAULIEU, J., F. RAULIER, G. PRÉSENT et J. BOUSQUET, 2011. *Predicting site index from climatic, edaphic, and stand structural properties for seven plantation-grown conifer species in Québec*. Can. J. For. Res. 41: 682-693.

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

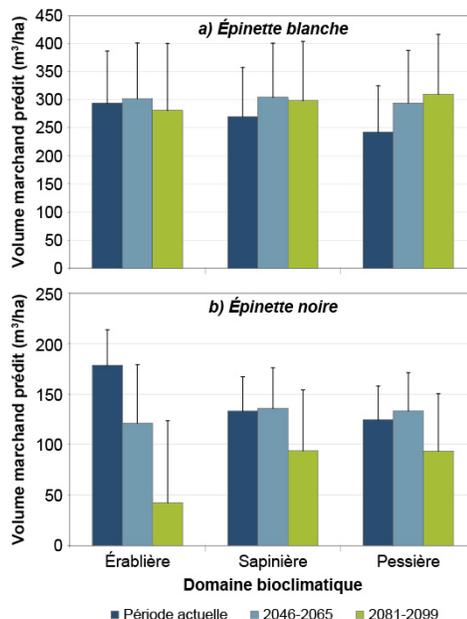


Figure 2. Rendement actuel et futur (volume marchand prédit, en m³/ha) des plantations d'EPB et d'EPN, issues de source de semences locales, dans les domaines bioclimatiques de l'érablière, de la sapinière et de la pessière.

La source de semences : un outil de plus!

Chez l'EPB, dans le domaine de la sapinière et de la pessière, le choix d'une autre source de semences que la source locale pourrait permettre d'obtenir des gains de rendements encore plus grands que ceux prédits en fonction des changements climatiques. Dans le domaine de l'érablière, certaines sources de semences pourraient aussi compenser la perte de rendement prévue à long terme pour la source locale. Chez l'EPN, la perte de rendement des plantations attendue à long terme pourrait être atténuée par le choix d'autres sources de semences que la source locale, mais ce choix ne nous permettrait pas de corriger totalement la perte attendue.

Conclusion

Les modèles conçus dans cette étude seront utilisés pour réviser les territoires d'utilisation des vergers à graines, jadis considérés comme statiques. Ces territoires doivent maintenant devenir plus dynamiques, puisqu'il est de plus en plus évident que les populations deviendront mésadaptées à leur climat local, compte tenu de la rapidité des changements climatiques. Dans ce contexte, les modèles de transfert serviront d'outil d'aide à la décision et doivent être intégrés à la stratégie générale d'adaptation aux changements climatiques.

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

