



Adapter l'aménagement forestier durable aux changements climatiques :

Examen de la migration assistée des espèces d'arbres et de son rôle potentiel dans l'adaptation de l'aménagement forestier durable aux changements climatiques



© Conseil canadien des ministres des forêts, 2014

Ce rapport est un produit du Groupe de travail sur les changements climatiques du Conseil canadien des ministres des forêts.

Des copies de ces rapports sont disponibles en ligne en français et en anglais à ccmf.org ou en communiquant avec le Conseil canadien des ministres des forêts.

Conseil canadien des ministres des forêts

Service canadien des forêts
580, rue Booth, 8e étage
Ottawa (Ontario)
K1A 0E6

Tél. : 613-947-9099
Télec. : 613-947-9033

This publication is also available in English under the title *Adapting Sustainable Forest Management to Climate Change: A Review of Assisted Tree Migration and its Potential Role in Adapting Sustainable Forest Management to Climate Change*.

Photos de la couverture : Service canadien des forêts

Catalogage avant publication de Bibliothèque et Archives Canada

Ste-Marie, Catherine, 1970-

Adapter l'aménagement forestier durable aux changements climatiques : examen de la migration assistée des espèces d'arbres et de son rôle potentiel dans l'adaptation de l'aménagement forestier durable aux changements climatiques.

Publié aussi en anglais sous le titre: *Adapting sustainable forest management to climate change: a review of assisted tree migration and its potential role in adapting sustainable forest management to climate change*.

Compilé par: C. Ste-Marie.

Également disponible sur l'Internet.
Comprend un résumé en anglais.
Comprend des références bibliographiques.

ISBN 978-0-660-21296-8
No de cat.: Fo79-9/2013F

1. Plantes--Migration assistée--Canada.
2. Forêts--Restauration--Canada.
3. Foresterie--Facteurs climatiques--Canada.
4. Forêts--Gestion--Canada.
 - I. Conseil canadien des ministres des forêts
 - II. Titre.
 - III. Titre: Examen de la migration assistée des espèces d'arbres et de son rôle potentiel dans l'adaptation de l'aménagement forestier durable aux changements climatiques.

SD387 E58 S7414 2014

634.9'560971

C2013-980080-8



Papier recyclé

Adapter l'aménagement forestier
durable aux changements climatiques :
Examen de la migration assistée des espèces d'arbres et
de son rôle potentiel dans l'adaptation de l'aménagement
forestier durable aux changements climatiques

C. Ste-Marie¹

Conseil canadien des ministres des forêts
Groupe de travail sur les changements climatiques

¹Ressources naturelles Canada, 580 Booth Street, Ottawa, ON K1A 0E4.

Conseil canadien des ministres des forêts
Groupe de travail sur les changements climatiques

**« Les changements climatiques et leur variabilité
doivent être considérés dans tous les aspects
de l'aménagement forestier durable »**

Une vision pour les forêts du Canada : 2008 et au-delà

(CCMF, 2008)



Photo: [IStockphoto.com/michael1959](https://www.istockphoto.com/michael1959)



CONSEIL CANADIEN DES MINISTRES DES FORÊTS

GRUPE DE TRAVAIL SUR LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Alberta Ministry of Environment and Sustainable Resource Development (ministère de l'Environnement et du Développement durable des ressources de l'Alberta) – Stan Kavalinas, Daryl Price et Evelynne Wrangler

British Columbia Ministry of Forests, Lands, and Natural Resource Operations (ministère des Forêts, des Terres et des Opérations des ressources naturelles de la Colombie-Britannique) – Kathy Hopkins, Dave Peterson (coprésident) et Jim Snetsinger (coprésident)

Ministère de la Conservation et de la Gestion des ressources hydriques du Manitoba – Greg Carlson et Ryan Klos

Ministère des Ressources naturelles du Nouveau-Brunswick – Mike Bartlett, Tom Ng et Chris Norfolk

Newfoundland and Labrador Department of Natural Resources (ministère des Ressources naturelles de Terre-Neuve et du Labrador) – Wayne Kelly

Ministère de l'Environnement et des Ressources naturelles des Territoires du Nord-Ouest – Tom Lakusta

Nova Scotia Department of Natural Resources (ministère des Ressources naturelles de la Nouvelle-Écosse) – Jorg Beyeler et Jonathan Kierstead

Ministère des Richesses naturelles de l'Ontario – Paul Gray

Prince Edward Island Department of Agriculture and Forestry (ministère de l'Agriculture et des Forêts de l'Île-du-Prince-Édouard) – Dan McAskill

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs du Québec – Michel Campagna

Saskatchewan Ministry of Environment (ministère de l'Environnement de la Saskatchewan) – Dwayne Dye

Yukon Department of Energy, Mines, and Resources (ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources du Yukon) – Aynslye Ogden et Robin Sharples

Ressources naturelles Canada – Kelvin Hirsch, Tim Sheldan (coprésident) et Tim Williamson

Secrétariat du Conseil canadien des ministres des forêts – Marie-Ève Bonneau et Kumiko Onoda

GRUPE D'ANALYSE TECHNIQUE

Ministère des Richesses naturelles de l'Ontario – Paul Gray

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs du Québec – Michel Campagna

Saskatchewan Research Council (Conseil de recherches de la Saskatchewan) – Mark Johnston

Yukon Department of Energy, Mines, and Resources (ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources du Yukon) – Aynslye Ogden

Ressources naturelles Canada – Jason Edwards, Kelvin Hirsch (directeur), David Price, Catherine Ste-Marie et Tim Williamson

Secrétariat du Conseil canadien des ministres des forêts – Marie-Ève Bonneau, Kendra Isaac et Kumiko Onoda



Photo: Service Canadien des forêts

AVANT-PROPOS

Le Canada possède 397 millions d'hectares de forêts et de terres boisées qui représentent 10 % du couvert forestier de la planète. Nos forêts constituent un trésor naturel de classe mondiale qui procure à tous les Canadiens de nombreux avantages sur les plans écologique, social, économique et culturel, qu'ils habitent une petite collectivité rurale du Nord ou une grande agglomération. Le Canada s'est engagé à pratiquer l'aménagement forestier durable afin de conserver à long terme et même d'améliorer la santé des écosystèmes forestiers dans l'intérêt de l'ensemble des espèces et de fournir aux générations présentes et futures des possibilités de développement social, écologique, économique et culturel.

Parmi l'un des nombreux facteurs qui ouvrent des possibilités mais qui présentent autant de défis dans l'efficacité de notre action pour atteindre nos objectifs d'aménagement forestier durable, on compte les changements climatiques et leurs incertitudes inhérentes. Le Conseil canadien des ministres des forêts (CCMF) a déterminé que les changements climatiques constituaient l'un des deux axes d'action prioritaires du secteur forestier canadien. Dans son document *Une vision pour les forêts du Canada : 2008 et au-delà*, le Conseil déclarait : « *Les changements climatiques et leur variabilité doivent être considérés dans tous les aspects de l'aménagement forestier durable.* » En outre, pour réduire au minimum les risques provenant des changements climatiques et tirer profit des avantages qu'ils présentent, les premiers ministres des provinces et territoires, membres de Conseil de la fédération, ont demandé à leurs ministres responsables de l'aménagement forestier de collaborer avec le gouvernement fédéral par l'intermédiaire du Groupe de travail sur les changements climatiques du CCMF afin de progresser dans la voie de l'adaptation du secteur forestier. La phase 1 de ce travail terminée en 2010 comprenait une étude complète sur la vulnérabilité des espèces d'arbres et des diverses options d'aménagement que le processus d'adaptation pouvait comprendre. Dans la phase 2, on a élargi le point de vue pour étudier, au-delà de l'échelle des arbres, les voies d'adaptation au sein même des écosystèmes forestiers et de l'ensemble du secteur forestier. L'objectif de cette deuxième phase était d'équiper les acteurs du secteur forestier d'une gamme d'outils et de connaissances à la fine pointe du progrès afin de s'assurer qu'ils prennent les meilleures décisions possible sur les nécessités d'adaptation et qu'ils adoptent les mesures les plus avantageuses.

Presque une centaine de personnes, issues d'une grande diversité d'horizons, ont travaillé à l'atteinte de cet objectif sur une période de deux ans. Les fruits de leur travail ont été présentés dans la série de rapports du CCMF sur l'adaptation aux changements climatiques, notamment sept rapports techniques et deux documents de synthèse.

Nous espérons sincèrement que ces documents seront mis à contribution dans les ateliers, séminaires et présentations visant à faire connaître, à tous les intervenants du secteur forestier – d'un océan à l'autre et sous toutes les latitudes – les moyens nouveaux et innovateurs dont ils ont besoin pour adapter leurs pratiques et politiques d'aménagement aux variations du climat.

TIM SHELDAN

Coprésident du Groupe de travail sur les changements climatiques du CCMF
Directeur général
Centre de foresterie du Nord
Service canadien des forêts
Ressources naturelles Canada

JIM SNETSINGER et DAVE PETERSON

Coprésident du Groupe de travail sur les changements climatiques du CCMF
Sous-ministre adjoint et chef forestier
Division de l'intendance des forêts
Ministère des Forêts, des Terres et des Opérations
des ressources naturelles de la
Colombie-Britannique

Ste-Marie, C. (compilateur). 2014. Adapter l'aménagement forestier durable aux changements climatiques : Examen de la migration assistée des espèces d'arbres et de son rôle potentiel dans l'adaptation de l'aménagement forestier durable aux changements climatiques. Cons. can. minist. for., Ottawa, ON.

RÉSUMÉ

Plusieurs options permettraient d'adapter l'aménagement des forêts aux effets des changements climatiques. L'une d'elles, la migration assistée d'espèces d'arbres, est en train d'être analysée par les aménagistes forestiers. Historiquement, les forêts se sont toujours ajustées par elles-mêmes aux changements du climat. Cependant, la rapidité inégalée des changements climatiques actuels est telle que les espèces d'arbres ne seront peut-être pas capables de migrer assez vite ou de s'adapter génétiquement à ces changements du climat. L'expression « migration assistée » renvoie au déplacement délibéré d'espèces par l'humain vers de nouveaux emplacements plus favorables à leur croissance, dans le but de les aider à survivre et à se développer sous de nouvelles conditions climatiques. L'implantation de la migration assistée pose des questions nouvelles et complexes aux plans scientifique, social et éthique. Ce rapport décrit en aperçu ce qu'est la migration assistée d'espèces d'arbres, et plusieurs des avantages et risques potentiels, et présente les questions actuelles que suscite son application responsable. Explorer la migration assistée devra aller de pair avec une discussion ouverte et éclairée entre tous les acteurs intéressés par l'avenir des forêts au Canada. Ce rapport présente une vue d'ensemble du sujet, en vue d'alimenter adéquatement les discussions émergentes le concernant.

Mots clés : migration assistée, colonisation assistée, relocalisation planifiée, expansion de l'aire de distribution, changement climatique, adaptation, forêt.

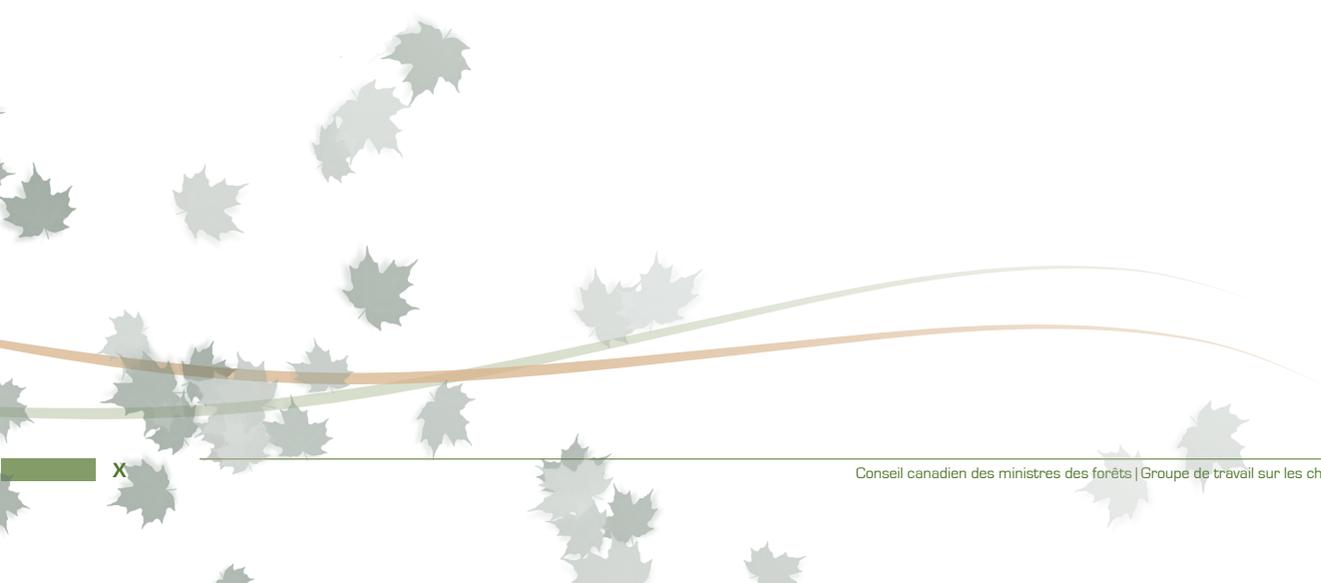
ABSTRACT

Many options have been proposed to adapt forest management to the effects of climate change. One of these options, assisted migration of tree species, is now being explored by forest managers. Forests have historically adjusted to changes in climate on their own. Today, however, the climate is changing much more rapidly than ever before, and there is a risk that tree species may be unable to genetically adapt or migrate quickly enough. The term “assisted migration” refers to human intervention to deliberately move species to new, more favorable locations, with the goal of helping them to survive and flourish in a changing climate. Implementing assisted migration poses new and complex scientific, social, and ethical questions. This summary report provides an overview of assisted tree migration, describes many of the potential opportunities and risks associated with this strategy, and outlines current thinking on responsible implementation of assisted migration of tree species. Informed and open discussion among all players with an interest in the future of Canada’s forests will be key to exploring the assisted migration option. This report seeks to provide a balanced overview to inform the emerging dialogue on this topic.

Key words: Assisted migration, assisted colonization, managed relocation, range expansion, climate change, adaptation, forest.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	1
Qu'est-ce que l'aménagement forestier durable ?	1
Exemples de risques que les changements climatiques posent aux forêts	2
LA MIGRATION ASSISTÉE :	
UNE ANCIENNE PRATIQUE DANS UN NOUVEAU CONTEXTE	3
Possibilités	3
Définitions	4
Risques	5
Points de vue basés sur les valeurs	6
MISE EN ŒUVRE DE LA MIGRATION ASSISTÉE	7
La vulnérabilité des espèces aux changements climatiques	7
Détermination des risques	7
Dispositions législatives sur la migration assistée au Canada	8
Distance de migration	9
Sites cibles d'approvisionnement en semences et de plantation	9
Sources des semences	10
Semer les graines du succès	10
ALLER DE L'AVANT	11
REMERCIEMENTS	12
GLOSSAIRE	14



INTRODUCTION

Le vaste territoire forestier couvrant 54 % des terres canadiennes fournit à la population des avantages écologiques, économiques, culturels et sociaux. Devant l'augmentation continue de la pression sur les ressources forestières, un concept d'aménagement des forêts a été mis de l'avant qui permet d'assurer aux générations futures des forêts en santé qui continuent de fournir des biens et services de manière équitable, efficace et équilibrée. Cette approche, nommée « aménagement forestier durable » (AFD), est maintenant largement acceptée par les gestionnaires forestiers de partout au Canada. En 1992, le Canada est devenu l'un des premiers pays à endosser volontairement la déclaration des Nations Unies sur les principes de l'aménagement forestier durable. Aujourd'hui, le Canada est le pays qui compte le plus de forêts certifiées dont les normes d'aménagement forestier satisfont aux exigences d'organismes nationaux et internationaux indépendants et sans but lucratif.

Cependant, l'atteinte des objectifs de l'AFD devient

tout un défi dans le contexte des changements climatiques. Historiquement, les forêts se sont ajustées aux changements du climat par des changements génétiques (c.-à-d. l'adaptation) et de répartition géographique (c.-à-d. la migration vers des lieux plus favorables). Aujourd'hui, le climat change plus vite que jamais auparavant. Étant donné la longue durée de vie des arbres – parfois plusieurs centaines d'années – et

leur faible vitesse de migration et de régénération, les arbres ne seront peut-être pas capables de migrer assez vite ou de s'adapter génétiquement à ces changements du climat.

Certaines espèces forestières sont capables de tirer avantage de l'élévation des températures dans certaines régions pour augmenter leur croissance. Toutefois, les changements climatiques représentent un risque sérieux pour plusieurs espèces. En effet, la santé et la survie des arbres pourraient être compromises par les changements de température, d'humidité, de durée des saisons, de l'abondance et de la distribution des insectes et des maladies. Plusieurs exemples de ces effets ont déjà été observés au Canada. Des étés chauds et secs ont fait augmenter la fréquence et la gravité des incendies forestiers, tels que ceux qui ont causé d'importants dommages en Colombie-Britannique en 2003, en Alberta en 2011 et

Qu'est-ce que l'aménagement forestier durable?

L'aménagement forestier durable (AFD) maintient et améliore la santé à long terme des écosystèmes forestiers dans l'intérêt de tous les êtres vivants, tout en offrant des possibilités environnementales, économiques, sociales et culturelles aux générations d'aujourd'hui et de demain (CCMF, 2008). Le Conseil canadien des ministres des forêts (CCFM, 2006) a défini les critères suivants afin d'aider à réaliser l'AFD et à en suivre l'application :

1. Diversité biologique
2. État et productivité des écosystèmes
3. Sol et eau
4. Contribution aux cycles écologiques planétaires
5. Avantages économiques et sociaux
6. Responsabilité de la société

[CCMF] Conseil canadien des ministres des forêts. 2006. Critères et indicateurs de l'aménagement forestier durable au Canada. Bilan national 2005. Ottawa (Ontario). 169 p.

[CCMF] Conseil canadien des ministres des forêts. 2008. Une vision pour les forêts du Canada : 2008 et au-delà. Ottawa (Ontario). 17 p. Aussi disponible à : <http://www.ccfm.org/pdf/Vision_FR.pdf>

en Ontario en 2012. Certaines espèces d'insectes et de maladies pourraient être favorisées par des températures plus chaudes, trouver de nouveaux hôtes et envahir de nouveaux territoires. Par exemple, l'explosion de la population de dendroctone du pin ponderosa a affecté de larges pans de forêts de pin dans l'Ouest canadien et aux États-Unis. Des forêts ont aussi été endommagées par des sécheresses d'une gravité exceptionnelle en étendue et en durée. Par exemple, en 2001 et en 2002, une sécheresse a entraîné le dépérissement de grandes étendues de forêts de peuplier faux-tremble en Saskatchewan. L'ampleur de ces effets laisse craindre que l'incapacité d'adaptation aux changements climatiques pourrait mener à la perte de certaines espèces d'arbres dans certaines régions (extirpation), ou même, à l'extinction d'une ou de plusieurs d'entre elles.

Dans le contexte de l'AFD, on a proposé différentes options

pour adapter l'aménagement forestier aux changements climatiques. L'une d'elles, la migration assistée d'espèces d'arbres, est maintenant envisagée par les gestionnaires forestiers. Sa mise en œuvre soulève des questions complexes tant du point de vue scientifique, social,

quéthique. Ce rapport sommaire offre un aperçu de ce qu'est la migration assistée d'espèces d'arbres, décrit plusieurs des avantages et risques potentiels associés à cette stratégie, et présente les réflexions actuelles que suscite son application responsable. Bien que les concepts et les pratiques de migration assistée puissent être appliqués à d'autres composantes des écosystèmes forestiers (plantes ou animaux), une telle application élargie dépasse l'objectif de ce rapport. Par ailleurs, ce rapport n'aborde pas toute la portée des effets de la migration assistée des arbres sur l'ensemble du capital nature des écosystèmes forestiers.

Exemples de risques que les changements climatiques posent aux forêts

- **Augmentation de la température moyenne annuelle**
 - effets sur la santé et la survie des espèces indigènes
 - augmentation de l'activité des ravageurs
 - invasion d'espèces exotiques
- **Changement des précipitations**
 - sécheresses anormales causant du dépérissement
 - augmentation en fréquence et en gravité des incendies forestiers
 - inondations
- **Conditions météorologiques changeantes, y compris des printemps chauds et des gels tardifs à l'automne**
 - débourrement hâtif des bourgeons suivi de leur mortalité par le gel
 - absence de vagues de froid en automne ou en hiver qui autrement tueraient les insectes
- **Tempêtes violentes de neige, de verglas, de pluie et de vent**
 - arbres endommagés, affaiblis, touchés par la foudre ou abattus par le vent

LA MIGRATION ASSISTÉE : UNE ANCIENNE PRATIQUE DANS UN NOUVEAU CONTEXTE

Le concept de la migration assistée est d'abord apparu dans les médias en 1998; depuis 2007, il a été l'objet d'un nombre croissant d'études scientifiques et de reportages médiatiques. On fait appel à divers termes pour décrire ce concept (voir les définitions ci-dessous), mais en gros, il renvoie à une intervention humaine qui consiste à déplacer délibérément des espèces vers de nouveaux lieux jugés plus favorables, afin de les aider à survivre et à s'épanouir malgré les changements climatiques. Ce concept génère des recherches scientifiques et des débats considérables.

Depuis l'apparition de l'agriculture, les humains ont transporté ou déplacé des espèces végétales, la plupart du temps sans que cela suscite de discussions publiques ou mène à des études scientifiques. Tout au cours de l'histoire, des espèces cultivées ont été transportées dans de nouveaux endroits et plantées à grande échelle. En fait, la plupart des plantes cultivées au Canada ne sont pas indigènes du pays. De même, de nombreuses plantes ornementales présentes sur les parterres et dans les jardins canadiens sont des espèces exotiques provenant d'autres pays. Pratiquement chaque rue dans les villes et les villages du Canada héberge une ou plusieurs espèces d'arbres non indigènes.

Tel qu'il est décrit dans ce rapport, la migration assistée diffère des activités précédentes de déplacement de végétaux, en ceci qu'elle est basée sur des avis scientifiques rigoureux au regard des besoins de gestion découlant des changements climatiques. Cependant, il est important de reconnaître à la fois les conséquences positives et négatives de la migration assistée, donc de considérer cette dernière avec prudence.

Possibilités

Dans le contexte de l'AFD, la réussite de la migration assistée permettrait aux collectivités de continuer de bénéficier de forêts en santé et productives qui fourniraient non seulement des matériaux bruts et des

services environnementaux (diversité biologique, habitats, eau propre, séquestration du carbone, etc.), mais aussi des avantages généraux sur le plan économique et social (emplois, valeurs spirituelles, loisirs, etc.).

La migration assistée est l'une des méthodes proposées qui permettrait de sauvegarder les espèces menacées d'extinction ou d'extirpation à l'échelle régionale à cause des changements climatiques. C'est aussi un moyen de soutenir les écosystèmes forestiers existants, de maintenir leur productivité ou leur vigueur, et de préserver leur résilience aux perturbations naturelles telles que la sécheresse, les feux et les ravageurs, dont la fréquence risque d'augmenter avec les changements climatiques.

La migration assistée des populations et l'expansion

Le contenu de ce rapport est principalement basé sur cinq articles publiés dans un numéro thématique de la revue *The Forestry Chronicle* :

Aubin, I.; Garbe, C.M.; Colombo, S.; Drever, C.R.; McKenney, D.W.; Messier, C.; Pedlar, J.; Saner, M.A.; Venier, L.; Wellstead, A.M.; Winder, R.; Witten, E.; Ste-Marie, C. 2011. Why we disagree about assisted migration: ethical implications of a key debate regarding the future of Canada's forests. *The Forestry Chronicle* 87(6):755–765.

Beardmore, T.; Winder, R. 2011. Review of science-based assessments of species vulnerability: contributions to decision-making for assisted migration. *The Forestry Chronicle* 87(6):745–754.

Pedlar, J.H.; McKenney, D.W.; Beaulieu, J.; Colombo, S.J.; McLachlan, J.S.; O'Neill, G.A. 2011. The implementation of assisted migration in Canadian forests. *Forestry Chronicle* 87(6):766–777.

Ste-Marie, C.; Nelson, E.A.; Dabros, A.; Bonneau, M. E. 2011. Assisted migration: introduction to a multifaceted concept. *Forestry Chronicle* 87(6):724–730.

Winder, R.; Nelson, E.A.; Beardmore, T. 2011. Ecological implications for assisted migration in Canadian forests. *Forestry Chronicle* 87(6):731–744.

assistée de l'aire de répartition (voir les définitions ci-dessous) sont les deux types de migration assistée considérés comme les moins risqués. Ils ont commencé à être utilisés au Canada en vue d'atteindre plusieurs objectifs de l'AFD. La migration assistée des populations permet à la fois d'accroître la diversité génétique qui aide les arbres à faire face aux menaces liées aux changements climatiques, et qui permet de profiter d'éventuelles augmentations de croissance associées à des températures plus chaudes. Depuis 2001, cette pratique a été intégrée dans les opérations forestières dans certaines régions du Canada. Par exemple, au Québec, des modèles de transfert de semences intégrant des considérations de changements climatiques servent à déterminer où planter les semis produits à partir de semences provenant de vergers à graines, ce qui permet de maximiser leur chance de survie et de croissance jusqu'à maturité.

L'expansion assistée de l'aire de répartition est aussi en train d'être mise en œuvre au Canada. Le gouvernement de la Colombie-Britannique a récemment permis que des semis de la majorité des espèces soient plantés 200 m plus haut en altitude dans la plupart des régions. Il a également permis la plantation du mélèze de l'Ouest légèrement en dehors de son aire de répartition actuelle, dans des endroits où le climat est considéré comme favorable à sa croissance. De même, le gouvernement de l'Alberta est en train d'étendre les limites des zones récolte de semences de 2° de latitude vers le nord et jusqu'à 200 m plus haut en altitude. Par ces mesures, on reconnaît que le réchauffement climatique ouvre à certaines espèces nordiques de nouveaux territoires plus au nord et à de plus hautes altitudes.

La migration assistée de populations et l'expansion assistée de l'aire de répartition sont toutes deux considérées comme des mesures situées au bas du spectre des risques potentiels d'invasion ou de dommages causés aux écosystèmes, puisque les espèces d'arbres sont déplacées sur des courtes distances géographiques, écologiques ou climatiques, à l'intérieur ou juste au-delà de leur aire de répartition actuelle. L'évaluation de la croissance d'arbres à différents emplacements (essais de provenance) se fait au Canada depuis 50 ans, sans incident écologique rapporté.

Le troisième type de migration assistée, celle sur longue distance, est envisagé dans la conservation d'espèces uniquement dans les cas où des menaces graves ou des barrières géographiques (villes, lacs et montagnes) empêcheraient la migration naturelle.

On considère que ce type de migration assistée pose de plus grands risques, à la fois d'échec et, à l'inverse, de dommages à l'écosystème récepteur. Aucun projet de migration assistée sur longue distance n'est actuellement planifié par les organismes forestiers canadiens.

L'un des premiers essais de migration assistée sur longue distance a été organisé par un groupe de citoyens aux États-Unis, les Gardiens du Torrey (Torreya Guardians). Le *Torreya taxifolia* est une essence résineuse dont l'aire de répartition naturelle a subi un déclin critique dans le nord de la Floride. Les Gardiens du Torrey ont planté cette espèce en de nouveaux endroits dans les États de la Géorgie, du Tennessee, de l'Ohio et de la Caroline du Nord, où l'on a rapporté qu'elle y poussait bien. Selon ce groupe, sans la migration assistée, cette espèce aurait pu s'éteindre pour toujours, ce qui aurait réduit la diversité biologique.

Définitions

Migration assistée | Déplacement d'espèces assisté par l'homme en réaction aux changements climatiques (aussi appelée : « colonisation assistée » et « relocalisation planifiée »).

La migration assistée peut être de trois types :

Migration assistée de la population

| Le déplacement assisté par l'homme de populations (ayant des constitutions génétiques différentes) d'une espèce donnée à l'intérieur de son aire de répartition actuelle (c.-à-d. dans les lieux qu'elle coloniserait naturellement).

Expansion assistée de l'aire de répartition

| Le déplacement assisté par l'homme d'une espèce donnée dans des endroits tout juste en dehors de son aire de répartition actuelle, en assistant ou en imitant la façon dont l'espèce s'étendrait naturellement.

Migration assistée sur longue distance

| Le déplacement assisté par l'homme d'une espèce donnée vers des endroits situés loin en dehors de son aire de répartition actuelle (au-delà des lieux où elle s'étendrait naturellement).

Risques

Il existe des risques inhérents à toute décision de s'engager dans la migration assistée. Par exemple, même lorsqu'un nouvel emplacement offre une gamme de températures favorables à l'espèce transplantée, des différences de photopériode, de précipitations ou de propriétés du sol (telles que sa fertilité, son acidité et son drainage) peuvent influencer les conditions de croissance ainsi que la probabilité de survie des arbres déplacés. Par exemple, quantité d'espèces d'arbres dépendent des mycorrhizes (champignons vivant dans le sol en symbiose avec la plante) qui les aident à se ravitailler en eau et en éléments nutritifs. L'absence de symbiotes mycorrhiziens ou autres organismes accompagnateurs pourrait nuire au succès des tentatives de relocalisation d'une espèce. Pour ces raisons, des scientifiques ont suggéré d'appliquer la migration assistée non seulement à l'espèce d'arbre, mais aussi à plusieurs composantes de son écosystème environnant, y compris des échantillons de sol forestier.

En plus d'avoir besoin d'espèces compagnes, une espèce transplantée dans un nouvel endroit peut devoir faire face à des maladies, à des attaques d'insectes et à la prédation par des animaux absents de son emplacement d'origine. Il faut aussi qu'elle survive à la compétition des autres plantes du nouvel écosystème.

Même si les conditions environnementales sont adéquates, la plantation d'une espèce avec des spécimens de même âge et au bagage génétique uniforme peut rendre la nouvelle forêt vulnérable aux ravageurs et aux maladies qui lui sont associés. Planter au nouvel emplacement des spécimens d'une même espèce – mais de provenance et de génétique diversifiées – permettrait de maximiser les chances de succès et de réduire ces stress. Par ailleurs, reboiser les sites avec des arbres d'espèces, d'âges et de stades écologiques différents permettrait de reproduire la diversité de la forêt d'origine.

Le risque d'échec de la migration assistée en raison de « surprises écologiques » est toujours possible, et ce, même lors de tentatives bien documentées. Ce risque s'accroît avec la distance de déplacement des arbres et en fonction de l'écart entre les caractéristiques de la station d'origine et celles de la station cible. On peut réduire les risques associés à la migration assistée en commençant par des plantations expérimentales à petite échelle, soigneusement contrôlées et dont on suit la viabilité.

« Les débats sur la MA [migration assistée] évoquent des risques de toutes parts : ceux que peut entraîner l'inaction, ceux de l'échec d'une action, et ceux d'un succès trop grand (c.-à-d. qui créerait de nouvelles espèces envahissantes). »

Mueller, J.M.; Hellmann, J.J. 2008. An assessment of invasion risk from assisted migration. *Conserv. Biol.* 22:562–567.

Un autre risque majeur de la migration assistée est qu'elle réussisse trop bien, et que l'espèce introduite devienne envahissante dans son nouvel environnement. Le but est de permettre à l'espèce introduite de croître sans nuire aux autres espèces de l'écosystème récepteur. Le potentiel d'envahissement est maintenant bien reconnu, en raison d'introductions accidentelles ou délibérées dans le passé. Cependant, la plupart des espèces envahissantes sont des animaux et des plantes herbacées plutôt que des arbres; le risque d'invasion par les arbres est limité dans le contexte de l'AFD. Quelques outils permettent maintenant d'évaluer le risque qu'une espèce devienne envahissante, mais la biologie des espèces envahissantes demeure une science relativement nouvelle. On ne comprend pas encore bien ni pourquoi ni comment certaines espèces deviennent incontrôlables après leur introduction dans un nouvel emplacement.

En plus du potentiel d'envahissement, l'introduction d'une espèce dans un écosystème forestier complexe peut entraîner d'autres effets imprévus. Une espèce introduite peut déplacer d'autres espèces par compétition pour des ressources comme la lumière, l'humidité et les éléments nutritifs, ou parce qu'elle modifie la dynamique des éléments nutritifs ou la teneur en humidité du sol. Des modifications de composition de la forêt peuvent aussi changer l'habitat de champignons, d'insectes, de mammifères, de la végétation du sous-bois et d'autres organismes. Une espèce d'arbre déplacée à un nouvel endroit peut se croiser avec des espèces locales pour produire des hybrides, altérant ainsi la diversité génétique de la population locale. Ultimement, ceci pourrait dans certains cas avoir des effets bénéfiques sur la génétique des deux espèces.

Le transport ou l'attraction de maladies, de mauvaises herbes ou d'insectes dans l'écosystème récepteur par les espèces introduites constitue un autre risque. Par exemple, on s'inquiète au Canada de la migration vers le nord de ravageurs provenant des climats chauds. Certains insectes qui ne pouvaient survivre aux durs hivers canadiens peuvent maintenant y arriver. Plusieurs insectes tendent à être plus mobiles que les plantes ; leur vitesse de migration peut dépasser celle de leurs espèces hôtes et leur permettre de trouver de nouveaux territoires et de nouveaux hôtes. Dans le contexte de l'AFD, on peut minimiser ces risques en introduisant d'abord des arbres dans un environnement contrôlé, comme celui d'expériences ou d'essais, avant de généraliser la plantation.

De nouvelles façons de prendre des décisions émergent continuellement dans ce contexte d'incertitudes. On reconnaît généralement qu'il faut continuer d'utiliser les meilleures connaissances écologiques tout en admettant que l'incertitude demeurera omniprésente. Les décisions prises dans le contexte de la migration assistée doivent tenir compte des risques que les changements climatiques posent envers l'espèce, ainsi que de la faisabilité et de la pertinence de cette intervention.

Points de vue basés sur les valeurs

La gamme de points de vue sur la migration assistée résulte non seulement des inquiétudes soulevées par rapport aux risques écologiques mentionnés ci-dessus, mais aussi de valeurs profondément ancrées concernant la relation que les hommes entretiennent avec la nature et à leur vision de l'avenir. Par exemple, certains s'opposent à ce que l'on « joue avec la nature » ; ils croient que les risques dépassent les gains et que la migration assistée devrait être évitée. Inversement, d'autres croient que la migration assistée se justifie comme stratégie de gestion ayant de bonnes chances de réussir lorsqu'elle se fonde sur des connaissances scientifiques et la pratique professionnelle. Certains croient qu'appliquer la technologie pour régler les problèmes causés par les changements climatiques est en fait l'abdication des hommes face à leur responsabilité d'endiguer les activités humaines qui causent les changements climatiques. D'autres croient que des défis sans précédent comme les changements climatiques appellent à des actions sans précédent, y compris le fait d'aider des espèces à s'adapter aux situations que les humains ont créées. Le problème en matière de migration assistée vient du fait qu'il est difficile de séparer les points de vue basés sur les valeurs de ceux de nature écologique et opérationnelle.

MISE EN ŒUVRE DE LA MIGRATION ASSISTÉE

Plusieurs questions clés doivent être considérées lorsque l'option de la migration assistée est envisagée :

- Quelles sont les espèces vulnérables aux changements climatiques qui pourraient bénéficier de la migration assistée ?
- L'introduction des espèces sélectionnées peut-elle être dommageable à leur nouvel environnement ?
- À quelle distance doit-on déplacer les espèces visées pour assurer leur santé et leur productivité ?
- Comment déterminer les sites de destination des espèces déplacées ?
- D'où viendraient les semences ?
- Comment augmenter les chances de réussite et réduire les risques ?

La vulnérabilité des espèces aux changements climatiques

Les gestionnaires forestiers et les organismes gouvernementaux auront éventuellement besoin de sélectionner les espèces qui pourraient tirer le meilleur avantage de la migration assistée. Les principaux facteurs de décision comptent le soutien communautaire à la démarche, la conservation des espèces à risque et le maintien de la viabilité commerciale des forêts à valeur économique. Le défi principal est de déterminer quelles espèces d'arbres sont les plus vulnérables aux changements climatiques.

La compréhension générale de la vulnérabilité des espèces aux changements climatiques est limitée par nos lacunes dans les connaissances scientifiques au sujet de la réaction des arbres à des changements sans précédent des facteurs climatiques et de leur capacité

génétique d'adaptation. De plus, dans le cas d'une espèce qui a récemment subi un déclin, il peut être difficile de déterminer à quel point celui-ci est causé par les changements climatiques, du fait du caractère incomplet et évolutif des connaissances sur la biologie et l'environnement de plusieurs essences.

Plusieurs outils scientifiques ont été développés en appui à l'évaluation de la vulnérabilité des espèces d'arbres aux changements climatiques. Cette évaluation viendra appuyer les décisions concernant la migration assistée. Tous ces outils font appel à une série de critères auxquels on associe la réaction d'une espèce donnée aux changements climatiques. Cette information est ensuite intégrée au moyen d'une feuille de calcul ou d'une liste. Ces outils encore en évolution seront raffinés avec le temps. On doit garder à l'esprit que les outils d'aide à la décision sont seulement aussi bons que les données disponibles pour l'analyse; or de telles données sur certaines espèces d'arbres manquent encore.

L'un de ces outils, « l'indice de prévision de la vulnérabilité des essences d'arbres », est en voie d'être mis au point spécifiquement concernant les espèces d'arbres du Canada. À partir de l'information biologique publiée, l'indice permet d'évaluer la vulnérabilité d'une espèce donnée aux changements climatiques. Cette évaluation inclut sa capacité à migrer et à s'adapter au nouvel environnement, de même que sa résilience et sa résistance à ce nouvel environnement. À ce jour, « l'indice de prévision » a été testé sur neuf essences du Canada. D'autres outils ont aussi été mis au point aux États-Unis et pourraient être modifiés en vue de leur application au contexte canadien.

Détermination des risques

Après avoir sélectionné les espèces candidates et déterminé leur ordre de priorité dans la migration assistée, les gestionnaires forestiers devront évaluer le potentiel qu'a chaque espèce de perturber le nouvel écosystème, tel qu'il est détaillé dans la section « Risques » ci-dessus. La planification de la migration assistée devrait

Dispositions législatives sur la migration assistée au Canada

La majorité des forêts au Canada (93 %) est publique. En vertu de la Constitution canadienne, les provinces possèdent et réglementent les ressources naturelles qui se trouvent sur leur territoire et elles disposent de pouvoirs exclusifs pour élaborer leur législation, leurs normes et leurs programmes en vue d'assurer la mise en valeur, la conservation et la gestion des ressources forestières. Les territoires sont également responsables de la gestion de leurs propres ressources. Le gouvernement fédéral gère aussi des ressources forestières lorsque la responsabilité du territoire revient aux ministères fédéraux.

Les lois provinciales ou territoriales autorisent normalement la récolte forestière avec permis, le boisement et le reboisement et donnent aux instances gouvernementales le pouvoir d'intervenir dans la gestion. Les lois fédérales, provinciales et territoriales peuvent aussi autoriser des activités de conservation comme la création de réserves naturelles. Plusieurs provinces et territoires ont inscrit l'aménagement forestier durable dans leur législation.

Ainsi, si les activités de récolte forestière et de reboisement peuvent affecter l'avenir d'une espèce d'arbres en particulier, ou d'autres espèces présentes en forêt (comme les insectes et les animaux), elles devront être conformes aux lois provinciales, territoriales ou fédérales sur la conservation, la protection de la faune et les espèces en voie de disparition. Certaines lois et certains règlements reconnaissent les plantes et les arbres comme des espèces potentiellement menacées. De plus, de nombreuses provinces et territoires ont des règlements et des stratégies pour conserver la diversité biologique, guider l'adaptation aux changements climatiques et aménager les ressources de façon durable.

Au Canada, un projet de migration assistée mené par des citoyens, comme celui touchant le *Torreya taxifolia* aux États-Unis (qui fait appel à l'utilisation de terres privées), serait grandement restreint en raison de la rareté des terres forestières privées. De plus, un permis du gouvernement concerné est requis pour la plantation sur les terres publiques, et la plupart des provinces et territoires réglementent l'importation de plants non indigènes à la province ou au territoire.

Tout projet éventuel de migration assistée impliquera l'évaluation rigoureuse de sa conformité aux lois applicables, de même que l'approbation et l'accompagnement par les gouvernements concernés à toutes les étapes.

comprendre 1) des tests, 2) le monitoring de détection rapide des effets négatifs des espèces introduites (arbres et autres espèces compagnes) sur l'écosystème récepteur, et 3) des mesures de réduction des risques.

Distance de migration

En matière de mise en œuvre de la migration assistée, la distance de déplacement qui assure la survie à long terme de l'espèce constitue une question fondamentale. Une distance trop grande peut résulter en une faible survie des semis, mais une distance insuffisante pourrait ne pas contrer les effets des changements climatiques.

Une approche de détermination directe de la distance de migration appropriée consiste à apparier le climat où l'espèce croît présentement avec celui projeté dans l'avenir au site de plantation. Cependant, puisque le climat a déjà changé au cours du dernier siècle, certains chercheurs ont émis l'hypothèse que les conditions climatiques auxquelles les populations se sont adaptées sont celles qui ont existé au cours des deux à quatre générations d'arbres précédentes. De plus, vu les incertitudes dans les projections climatiques, il est impossible de prévoir précisément quel site de plantation d'une espèce donnée lui serait le plus adéquat au cours des prochaines années.

On doit aussi se demander jusqu'où il faut projeter le climat dans l'avenir pour répondre aux besoins de planification de la migration assistée (p. ex., 25, 50 ou 100 ans). Dans le cas des essences commerciales, qui croissent généralement pendant 75 ans avant d'être récoltées, certains chercheurs proposent de viser le climat anticipé après un tiers de la révolution (c.-à-d. 25 ans), parce que c'est au cours de leur première décennie de croissance que les arbres sont les plus sensibles. Cependant, le climat visé pourrait varier selon l'espèce sélectionnée et les objectifs d'un projet de migration particulier.

La température moyenne annuelle dans le sud du Canada était d'environ 1 °C plus froide au début du 20e siècle qu'aujourd'hui, et l'on prévoit qu'elle augmentera encore de 1 °C au cours des 25 prochaines années. Par conséquent, certains proposent de déplacer les espèces vers des sites de plantation dont la température actuelle est de 2 °C plus froide que celle des sites sources.

Une autre approche de calcul de la distance utilise les données des essais de provenance. Elle permet de calculer la distance critique de transfert de semences, soit la distance géographique ou climatique maximale

à laquelle des semences peuvent être déplacées sans que les plants perdent leur capacité de croître et de se reproduire. Les données des essais de provenance sont présentement entreposées dans divers systèmes et bases de données. Une meilleure coordination et intégration de telles données provenant de différentes sources permettrait de générer de l'information plus précise et aiderait à détecter les lacunes dans les données existantes.

Sites cibles d'approvisionnement en semences et de plantation

Il ne suffit pas simplement de consulter les cartes des projections de températures pour déterminer les sources de semences compatibles à des sites de plantation. D'autres variables climatiques, comme les précipitations, sont tout aussi importantes. On a mis au point des applications informatiques pour aider à trouver les sources de semences existantes appropriées aux futurs sites de plantation. Un exemple est le logiciel SeedWhere, mis au point par le Service canadien des forêts de Ressources naturelles Canada et le Ministère des Ressources naturelles de l'Ontario. Cette application permet de calculer un indice de similarité climatique entre un site de récolte de semences ou un site de plantation et tout autre site – dans le but spécifique d'aider à la planification de la migration assistée. La mise au point de tels outils d'aide à la sélection des semences à la grandeur du pays sera très utile dans l'élaboration des futurs projets de migration assistée.

Lors de la sélection des sites, les différences régionales des effets des changements climatiques doivent être considérées. Cependant, les projections des effets régionaux varient suivant les modèles de prévision des températures, des précipitations et d'autres variables à l'échelle régionale. Cette variabilité est considérée dans une approche qui combine scénarios climatiques et modèles de distribution d'espèces, ce qui permet de déterminer des zones de concordance entre les différentes projections. Une deuxième approche consiste à planter dans un site donné des plants de sources variées, ce qui permet de maximiser la diversité génétique et d'augmenter les chances de succès de certains arbres dans la nouvelle zone climatique (approche portfolio). Des calculs statistiques peuvent aussi contribuer à minimiser les risques et maximiser la capacité d'adaptation en fournissant un complément d'information.

Sources des semences

Une autre préoccupation importante réside dans la nécessité d'avoir un système adéquat d'approvisionnement et d'entreposage des semences nécessaires à la régénération des essences commerciales et non commerciales. Dans la plupart des provinces, les semences sont récoltées régulièrement sur les arbres d'essences commerciales à des fins de reboisement, tant en milieu naturel que dans des vergers à graines. Les systèmes existants de récolte et d'entreposage pourraient être évalués pour qu'on sache s'ils seront en mesure de satisfaire à l'avenir les besoins du Canada. On s'inquiète aussi de l'effet des changements climatiques sur la production de semences, car les températures printanières fluctuantes pourraient entraver le processus de reproduction des arbres. Également, il y a peu de récolte et d'entreposage de semences d'essences non commerciales.

Le Centre national de semences forestières du Service canadien des forêts prévoit récolter et entreposer des échantillons représentatifs provenant de toute l'aire de répartition naturelle des espèces d'arbres et d'arbustes du Canada. Jusqu'à maintenant, on a collecté des semences d'environ 100 espèces. Cette collection représente une mesure « d'assurance » de conservation ou de restauration d'une espèce en cas de déclin ou d'extinction. Cependant, de telles banques ont des limites, parce que les semences de certaines espèces, comme les chênes, ne peuvent tolérer la congélation ou l'entreposage à long terme.

Dans l'avenir, la source optimale de semences des projets de migration assistée au Canada pourrait provenir des États-Unis ; les graines seraient alors sujettes aux règlements relatifs à l'importation des plantes. Cependant, il est envisageable d'établir au Canada des aires de production de semences qui seraient normalement importées des États-Unis, question de sécuriser l'approvisionnement en semences dans l'avenir.

Semer les graines du succès

Dans tout projet de migration assistée, une fois que la provenance des semences et que la région d'introduction ont été choisies, il reste à déterminer avec précision le site de la plantation. Historiquement, le reboisement commercial s'est surtout fait sur des aires récoltées au préalable ; la migration assistée pourrait cependant

viser aussi des aires qui ont subi un feu, des maladies ou l'envahissement des ravageurs. Également, de nouveaux endroits peuvent être recherchés pour la transplantation des espèces en péril. La couverture végétale existante des sites, leur topographie et les caractéristiques du sol ajoutent tous au défi de trouver de nouveaux sites. Il peut être avantageux de sélectionner les sites à l'aide de systèmes d'information géographique, ou en utilisant conjointement des cartes de couverture terrestre, des photos aériennes et des sondages terrains. Certaines espèces peuvent nécessiter des conditions spéciales pour germer et croître, comme des ouvertures du couvert ; il peut être nécessaire de modifier la forêt existante pour créer des conditions de site adéquates.

La plantation marque seulement le début du processus de migration assistée. Bien qu'il existe des lignes directrices et des pratiques établies qui guident le reboisement avec des essences commerciales, ce n'est pas le cas des essences non commerciales qui pourraient être déplacées par migration assistée. L'expérimentation et le suivi attentif permettront aux chercheurs de définir les préférences de chaque espèce, telles que :

- l'ensemencement direct de graines ou la plantation de semis ;
- la meilleure saison pour planter : le printemps ou l'automne ;
- le besoin ou non de préparer le site ou le sol ;
- la sélection des sources de semences les plus performantes ;
- la plantation des différentes sources de semences au hasard sur le site pour maximiser la diversité génétique, ou la plantation des provenances en blocs distincts pour faciliter le suivi des essais.

Compte tenu des conditions climatiques incertaines auxquelles sera soumis un site donné dans l'avenir, les chances de succès se trouveront accrues par la plantation des semences provenant d'une variété de sources. Ces arbres de provenances diverses auront été adaptés à des conditions diverses. La diversité génétique peut avantager certaines espèces quant à leur résistance aux maladies et aux ravageurs, et à leur adaptation à des conditions variables. Comme il a été mentionné précédemment, la migration assistée réalisée dans des paysages forestiers constitués d'une variété d'espèces, d'âges et de stades de

succession écologique pourrait viser à recréer la diversité des forêts d'où proviennent les espèces déplacées.

Bien qu'il puisse être utile d'aménager les nouvelles plantations (arrosage, désherbage, contrôle des insectes, des maladies et d'autres prédateurs, et gérer la végétation concurrente), cela peut être impossible pour des raisons de coûts et de logistique. L'expérimentation et l'évaluation pourraient aider à confirmer la nécessité d'appliquer de telles mesures.

Le suivi des nouveaux peuplements forestiers, dans le but de détecter de possibles effets négatifs et de mesurer la réussite des efforts de migration, peut contribuer à réduire les risques des autres espèces indigènes de plantes et d'animaux sur le site de plantation. Comme les arbres sont immobiles et mettent du temps à croître et à se reproduire, des expériences de migration assistée qui poseraient des risques sérieux pourraient devoir être

suspendues. Une bonne gestion des risques exige de prévoir des mesures d'intervention à toutes les étapes du processus de migration assistée.

La migration assistée entraîne des coûts divers, que ce soit pour sa planification minutieuse, l'approvisionnement en semences, en semis et leur transport, le paiement des droits d'importation, la plantation, l'aménagement et le suivi des plantations. Ces coûts dépendront du projet. L'expansion du reboisement normal des essences commerciales ne devrait entraîner qu'une augmentation modeste des coûts par rapport à leur coût actuel. En revanche, la migration assistée d'espèces à des fins de conservation pourrait engendrer des coûts beaucoup plus considérables. Dans tous les cas, les coûts économiques, sociaux et environnementaux doivent être comparés aux bénéfices anticipés au moment d'établir les priorités des projets de migration assistée.

ALLER DE L'AVANT

La migration assistée est un concept relativement nouveau qui fait partie des stratégies envisagées pour conserver les espèces d'arbres et les avantages fournis par la forêt, devant l'accélération des changements climatiques. Cependant, des questions demeurent sur les risques potentiels et les formes convenables d'application de la migration assistée, ainsi que sur les différences de valeurs accordées au rôle des interventions humaines dans la nature. Le souci de protection de la nature anime autant les partisans que les opposants de la migration assistée; les deux groupes admettent qu'il y a des risques associés à la migration assistée, en particulier, celui d'échec de cette dernière et celui

d'altérer le fragile équilibre écologique au-delà du degré d'altération qui surviendrait sans intervention humaine.

La décision d'aller de l'avant avec la migration assistée nécessite les meilleures connaissances scientifiques et techniques disponibles, de manière à définir les politiques et à guider les pratiques compte tenu de toute la complexité de l'ensemble des facteurs scientifiques, économiques et sociaux en cause. Au Canada, ce sont les provinces qui ont autorité en matière de foresterie, et chacune d'elles ira de l'avant à son propre rythme et suivant les priorités locales.

L'exploration de l'option de la migration assistée devra aller de pair avec une discussion ouverte et éclairée entre tous les acteurs qui s'intéressent à l'avenir des forêts au Canada. Le présent rapport a pour but de présenter une vue d'ensemble de cette problématique, en vue d'alimenter les discussions émergentes à ce sujet.

REMERCIEMENTS

Ce rapport a été préparé sur la base des informations les plus récentes disponibles présentement sur la migration assistée, en particulier celles provenant de cinq articles publiés récemment dans un numéro thématique de la revue *The Forestry Chronicle*. Nous voulons exprimer notre gratitude aux auteurs de ces articles : Isabelle Aubin, Tannis Beardmore, Jean Beaulieu, Anna Dabros, Daniel W. McKenney, Elizabeth Nelson, John Pedlar, Catherine Ste-Marie, Lisa Venier, Richard Winder (Ressources naturelles Canada), Marie-Ève Bonneau (Secrétariat du Conseil canadien des ministres des forêts), Stephen Colombo (Institut de recherche forestière de l'Ontario), Charles Drever, Eve Witten (The Nature Conservancy), Cornelia Garbe, Christian Messier (Université du Québec à Montréal), Jason McLachlan (University of Notre Dame[IN]), Gregory O'Neill (British Columbia Ministry of Forests, Lands, and Natural Resource Operations [ministère des Forêts, des Terres et des Opérations des ressources naturelles de la Colombie-Britannique]), Marc Saner (Université d'Ottawa), and Adam Wellstead (Michigan Technological University). Nous remercions aussi Sylvie de Blois (McGill University), Nicole Klenk (University of British Columbia), Mark Neff (Allegheny College), and André Rainville (ministère des Ressources naturelles du Québec).

Des remerciements tout spéciaux sont adressés aux membres du Groupe de travail sur les changements climatiques (GTCC) du CCMF : Stan Kavalinas, Daryl Price et Evelynne Wrangler (Alberta Ministry of Environment and Sustainable Resource Development [ministère de l'Environnement et du Développement durable des ressources de l'Alberta]); Jim Snetsinger, Kathy Hopkins et Dave Peterson (British Columbia Ministry of Forests, Lands, and Natural Resource Operations [ministère des Forêts, des Terres et des Opérations des ressources naturelles de la Colombie-Britannique]); Greg Carlson et

Ryan Klos (ministère de la Conservation et de la Gestion des ressources hydriques du Manitoba); Mike Bartlett, Tom Ng, et Chris Norfolk (ministère des Ressources naturelles du Nouveau-Brunswick); Wayne Kelly (Newfoundland and Labrador Department of Natural Resources [ministère des Ressources naturelles de Terre-Neuve et du Labrador]); Tom Lakusta (ministère de l'Environnement et des Ressources naturelles des Territoires du Nord-Ouest); Jonathan Kierstead et Jorg Beyeler (Nova Scotia Department of Natural Resources [ministère des Ressources naturelles de la Nouvelle-Écosse]); Paul Gray (ministère des Richesses naturelles de l'Ontario); Dan McAskill (Prince Edward Island Department of Agriculture and Forestry [ministère de l'Agriculture et des Forêts de l'Île-du-Prince-Édouard]); Michel Campagna (ministère des Ressources naturelles du Québec); Dwayne Dye (Saskatchewan Ministry of Environment [ministère de l'Environnement de la Saskatchewan]); Aynslie Ogden et Robin Sharples (Yukon Department of Energy, Mines and Resources [ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources du Yukon]); Kelvin Hirsch, Tim Sheldon et Tim Williamson (Ressources naturelles Canada); Marie-Ève Bonneau et Kumiko Onoda (Secrétariat du Conseil canadien des ministres des forêts).

Nous poursuivons nos remerciements envers les membres du Groupe d'analyse technique (GAT) du GTCC : Paul Gray (ministère des Richesses naturelles de l'Ontario); Michel Campagna (ministère des Ressources naturelles du Québec); Mark Johnston (Saskatchewan Research Council [Conseil de recherches de la Saskatchewan]); Aynslie Ogden (Yukon Department of Energy, Mines and Resources [ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources du Yukon]); Jason Edwards, Kelvin Hirsch, David Price, et Tim Williamson (Ressources naturelles Canada); Marie-Ève Bonneau, Kendra Isaac et Kumiko Onoda (Secrétariat du Conseil canadien des ministres des forêts) pour leur apport pertinent, rétroaction, conseils et appui aux multiples versions de ce rapport.

Nous apprécions aussi grandement les contributions de Peter Fuglem (British Columbia Ministry of Forests, Lands, and Natural Resource Operations [ministère des Forêts, des

Terres et des Opérations des Ressources naturelles de la Colombie-Britannique - retraité), de Jeff Young (Ressources naturelles Canada), de même que le travail exceptionnel de Brenda Laishley (Ressources naturelles Canada), Carolyn Brown (rédactrice technique indépendante) et Peggy Robinson (conseillère en rédaction indépendante) pour

la préparation des textes, de la graphiste Jan Thalheimer (Bossanova Communications Inc.), de la traductrice de l'anglais au français Hélène D'Avignon, et Denise Tousignant (Ministère des Forêts de la Faune et des Parcs du Québec) pour la révision des textes en français.

GLOSSAIRE

Adaptation | Le fait de s'adapter, dans le cadre de systèmes naturels ou humains, en réaction à des stimuli climatiques réels ou prévus et à leurs effets, ce qui permet d'en atténuer les conséquences néfastes ou d'en exploiter les aspects bénéfiques (Parry et collab., 2007). L'adaptation peut prendre de nombreuses formes.

L'adaptation autonome | renvoie aux actions ou aux activités spontanées ou automatiques (c.-à-d. sans pensée ou planification consciente ou délibérée) en réaction aux stimuli causés par le climat ou les changements climatiques.

L'adaptation préventive | ou planifiée comprend des actions délibérées ou des activités entreprises dans le but de réduire les impacts négatifs (et risques) futurs et d'accroître les impacts positifs futurs en termes d'ampleur et de probabilité.

L'adaptation reactive | comprend des actions délibérées ou des activités entreprises dans le but de réduire les impacts négatifs ou d'accroître les impacts positifs une fois qu'ils sont survenus ou lorsqu'ils surviennent.

Capacité d'adaptation | « La capacité d'un système à s'adapter aux changements climatiques (y compris la variabilité du climat et ses extrêmes) pour en atténuer les dommages potentiels, tirer avantage des possibilités ou faire face aux conséquences néfastes » (Parry et collab., 2007). Dans le cadre d'évaluation de la vulnérabilité, la capacité d'adaptation renvoie à la composante humaine (par opposition à la composante biologique) du système d'aménagement forestier durable.

Climat | « Pris dans son sens strict, le climat est généralement défini comme étant « les conditions météorologiques moyennes » ou, de façon plus rigoureuse, comme étant la description statistique — exprimée en termes de moyenne et de variabilité — de valeurs mesurables sur une période de temps variable, allant de quelques mois à des milliers d'années, sinon des millions d'années. La période classique est de 30 ans, telle que l'a définie l'Organisation météorologique mondiale (OMM). Ces valeurs concernent le plus souvent des variables de surface comme la température, les précipitations et le vent. Lorsqu'il est pris dans un sens plus large, le terme "climat" englobe l'état du système climatique, description statistique comprise. » (Parry et collab., 2007).

Changements climatiques | « Les changements climatiques correspondent à tout changement du climat dans le temps, qu'il soit dû à la variabilité naturelle ou aux activités humaines. » Cette définition diffère de celle de la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques (CCNUCC), qui les définit comme « des changements de climat qui sont attribuables directement ou indirectement à l'activité humaine qui altèrent la composition de l'atmosphère mondiale et qui viennent s'ajouter à la variabilité naturelle du climat observée au cours de périodes comparables » (Parry et collab., 2007).

Écosystème | Système interactif formé de tous les organismes vivants et de leur environnement non biotique (physique et chimique) dans un territoire donné. Les écosystèmes couvrent des échelles spatiales hiérarchisées jusqu'à la planète entière, depuis les biomes à l'échelle continentale jusqu'à de tout petits écosystèmes bien circonscrits comme un étang (Parry et collab., 2007).

Extirpation | Extinction locale; le fait pour une espèce ou une sous-espèce de disparaître d'un lieu ou d'une région sans s'éteindre dans toute son aire de distribution (Côté, 2003).

Diversité génétique | Variation de la composition génétique des individus à l'intérieur d'une espèce, d'une variété ou d'une race ou entre plusieurs espèces, variétés ou races ; variation génétique transmissible dans une population ou entre les populations (Côté, 2003).

Capacité d'invasion | Capacité d'une plante d'envahir le territoire au-delà de son site d'introduction et de s'établir dans de nouveaux endroits où elle peut causer des effets dommageables aux organismes déjà présents.

Migration | En recherche forestière, il s'agit du déplacement dans l'espace et dans le temps de communautés végétales dominées par les plantes à graines.

Provenance | Origine géographique d'un lot de semences, de pollen ou de plants. (Côté, 2003)

Résilience | Capacité d'un système social ou écologique d'absorber des perturbations sans perdre sa structure de base et ses modes de fonctionnement, sa capacité de s'organiser et sa capacité de s'adapter au stress et aux changements (Parry et collab., 2007)

Révolution | Nombre d'années requis pour établir et amener un peuplement équienne à l'âge de maturité (Côté, 2003).

Zone de récolte de semences | Limites géographiques dans lesquelles une espèce donnée présente des caractéristiques génétiques relativement uniformes (Côté, 2003).

Vulnérabilité | Dans le contexte des changements climatiques, la vulnérabilité d'un écosystème se définit par son degré de sensibilité ou son seuil de résistance aux effets négatifs des changements climatiques, y compris les variations climatiques et leurs extrêmes. Ce seuil est fonction de la nature, de l'ampleur et de la vitesse des changements climatiques et de leurs variations auxquelles un système est exposé, ainsi que de la sensibilité et de la capacité d'adaptation de ce système (Parry et collab., 2007).

Bibliographie

Côté, M. 2003. Dictionnaire de la foresterie/Dictionary of Forestry. Ordre des ingénieurs forestiers du Québec. Les Presses de l'Université Laval. Sainte-Foy, Québec. 473 p.

Parry, M.L.; Canziani, O.F.; Palutikof, J.P.; van der Linden, P.J.; Hanson, C.E., Eds. 2007. Appendix I: Glossary. In Climate change 2007: impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge Univ. Press, Cambridge, UK, and New York, NY.

Pour obtenir les autres rapports du Groupe de travail sur le changement climatique du CCMF, contactez :

Conseil canadien des ministres des forêts
Service canadien des forêts
580, rue Booth, 8^e étage
Ottawa (Ontario)
K1A 0E6

www.ccfm.org

