

# Prescriptions sylvicoles favorisant la résilience aux changements climatiques et le stockage du carbone pour la région de la Forêt acadienne

## Appendice B - Renseignements à l'appui v. 1.0

**Préparé par Gareth Davies**

FT, CLP, Écologiste forestier, sylviculteur

**avec l'apport de Megan de Graaf**

MScF, Community Forests International

**2019**



## Table des matières

Introduction.....	3
Le contexte des changements climatiques .....	3
Température.....	4
Précipitations .....	5
Objectifs et résultats attendus.....	6
Conserver ou améliorer la résilience du peuplement aux changements.....	6
climatiques : Évaluation des risques par espèce d'arbre .....	6
Stockage du carbone dans les peuplements : Aménagement de la densité et de la structure d'âge .....	7
Aménagement de la densité des peuplements et éclaircissage.....	7
Aménagement de la structure d'âge .....	8
Carbone dans les arbres de réserve et le sol forestier .....	8
Vieux peuplements ayant une valeur unique de conservation des forêts.....	9
anciennes .....	9
Partenariats.....	9
Citation suggérée .....	9
Ressources documentaires.....	10

## Introduction

Le présent document a pour but d'étoffer et de mettre en contexte l'Arbre décisionnel des Prescriptions sylvicoles favorisant la résilience aux changements climatiques et le stockage du carbone (arbre décisionnel C & C). Il aidera le forestier praticien à mettre au point des systèmes sylvicoles pour aménager des peuplements forestiers en vue d'améliorer leur résilience aux changements climatiques et leur capacité de stockage du carbone.

L'arbre décisionnel C & C propose au praticien des traitements individuels recommandés. Mais il indique aussi une stratégie d'aménagement, soit un système sylvicole qui pourra guider l'aménagement à long terme du peuplement. C'est un outil conçu pour être utilisé, pour être mis à l'essai et perfectionné à mesure de son utilisation. Il s'agit d'un outil de sylviculture destiné à des peuplements forestiers individuels, c'est-à-dire des parcelles distinctes de boisés au plan opérationnel.

Il est fortement recommandé aux utilisateurs de cet outil de procéder à une évaluation exhaustive et prévisionnelle de l'état du peuplement (c.-à-d. sa composition et sa structure) et de la qualité du site (c.-à-d. type de végétation, de sol et d'écosite, rendement du site, etc.) avant de se servir de l'outil. L'outil décisionnel est conçu pour convenir à des peuplements dans une large gamme de types et d'états, sur des écosites très variés. L'outil ne recommande pas de démarche précise pour effectuer l'évaluation du peuplement et du site.

Notre outil a été élaboré pour les forêts des provinces maritimes du Canada (les Maritimes). Il s'agit d'un type très particulier de forêt, qui recouvre également la Gaspésie au Québec et une partie des états de la Nouvelle-Angleterre, et qu'on appelle la Forêt acadienne. Les Maritimes ainsi que toute la région de la Forêt acadienne se situent historiquement à l'extrême limite nord du climat tempéré, sous un climat intermédiaire tempéré boréal, ou hémiboréal. De nombreuses espèces tempérées qu'on retrouve dans les Maritimes poussent à la limite nord de leur aire de répartition historique. De même, plusieurs des espèces boréales qu'on trouve dans les Maritimes poussent à la limite sud de leur aire de répartition historique. À la différence des climats plus continentaux des régions et écozones hémiboréales à l'ouest des Maritimes, l'Atlantique Nord a relativement modéré le climat des Maritimes par le passé, alors que les précipitations ne posaient pas de limites à la croissance à l'échelle régionale et où les étés étaient toujours plus frais et les hivers plus doux que sous les climats continentaux plus à l'ouest. Les climats locaux, ou écorégions, des Maritimes connaissent une variabilité considérable en lien avec leur altitude et la proximité de la mer. Par exemple, dans l'ouest du Nouveau-Brunswick, le climat est beaucoup plus continental que dans les écorégions plus près des côtes; de plus les régions les plus élevées du Nouveau-Brunswick ont toujours connu un véritable climat boréal. Bien que notre outil sylvicole ait été mis au point pour le contexte géographique particulier des Maritimes, il devrait être raisonnablement utile pour les autres forêts fraîches et humides des zones hémiboréales et tempérées nordiques.

## Le contexte des changements climatiques

Généralement parlant, les climatologues prévoient que le climat des provinces maritimes continuera de se modifier, entraînant une augmentation généralisée de la température et des précipitations ainsi que du nombre des phénomènes météorologiques graves (tempêtes). Aussi, la hausse des températures aura probablement pour effet d'augmenter le taux d'évapotranspiration des plantes dans l'ensemble du paysage. Il en résultera donc des sécheresses plus intenses et plus longues et par conséquent une diminution nette de l'eau disponible.

Les tendances actuelles du changement climatique correspondent à la voie de concentration représentative (VCR) 8.5 – soit l'un des quatre scénarios jalons dont se servent les climatologues pour prévoir l'intensité et l'étendue des changements climatiques d'ici 2100. Le scénario RCP 8.5 est le plus pessimiste et sans une diminution importante des émissions de gaz à effet de serre par les humains du monde entier, nous continuerons d'évoluer selon ce scénario. Un bref portrait des changements de température et de précipitations prévus d'ici 2100 selon le scénario VCR 8.5. est disponible sur le site Web suivant : <https://slideplayer.fr/slide/12127356/>

## Température

La médiane du nombre de jours par an où la température atteint 25° Celsius dans les provinces maritimes se situe actuellement à 6 jours dans les régions côtières plus fraîches et grimpe à 66 jours dans les zones les plus chaudes de la région (figure 1). D'ici 2100, ces régions côtières plus fraîches connaîtront une médiane de 86 journées à plus de 25° Celsius et les régions intérieures jusqu'à 119 journées chaudes par an.

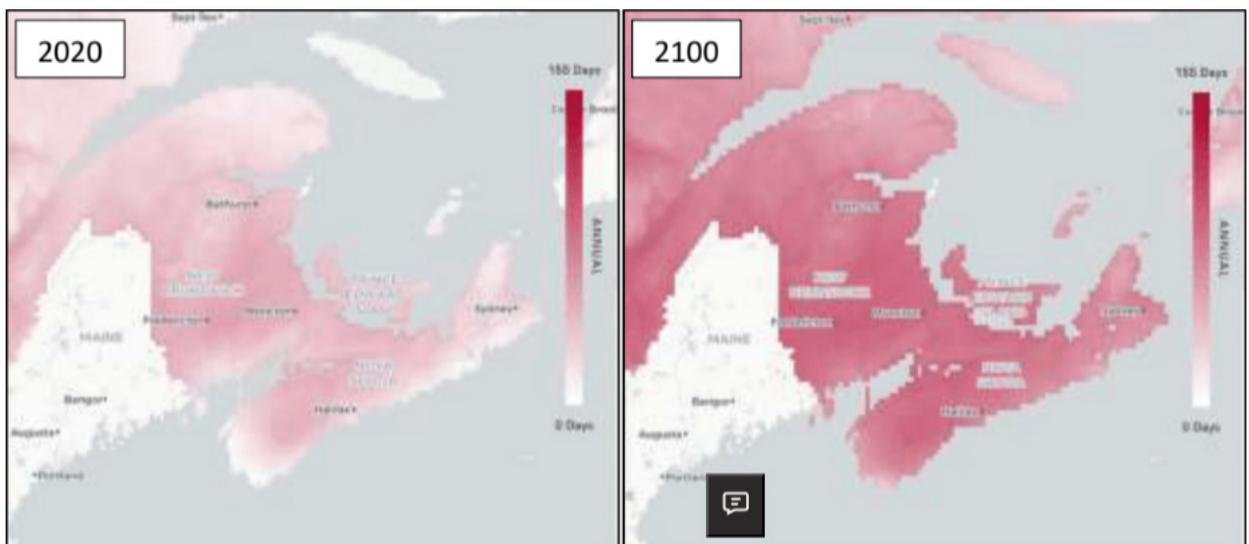


Figure 1. Number of days per year reaching 25° Celsius or above. (Images taken from the Government of Canada's Climate Atlas at <https://climatedata.ca/>).

Remarque pour les figures 1 à 4:

Days = Jours

Annual = Annuellement

New Brunswick = Nouveau-Brunswick

Prince Edward Island = Île-du-Prince-Édouard

Nova Scotia = Nouvelle-Écosse

Les provinces maritimes connaissent actuellement très peu de « nuits tropicales », soit des nuits où la température demeure au-dessus de 20° Celsius (figure 2). D'ici 2100, seules les régions dans les plus hautes altitudes et les régions côtières les plus fraîches auront des nuits tropicales peu nombreuses; dans la plus grande partie des Maritimes, le nombre de nuits à plus de 20° Celsius atteindra entre 40 et 50 par an.

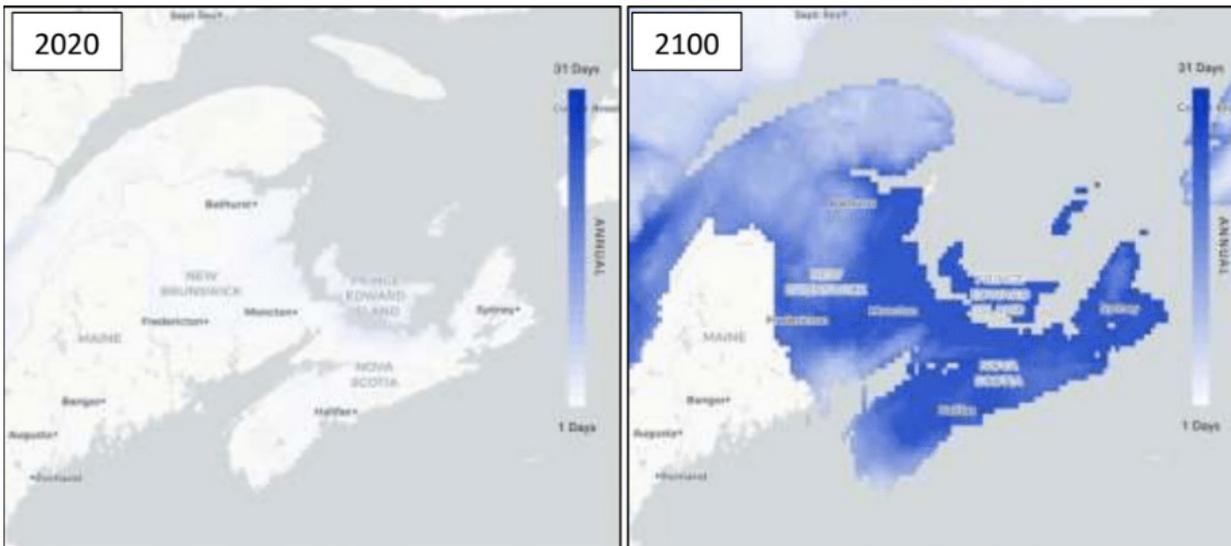


Figure 2. Number of days per year with “tropical nights” (i.e. nights that remain over 20° Celsius). (Images taken from the Government of Canada’s Climate Atlas at <https://climatedata.ca/>).

## Précipitations

On prévoit que les précipitations annuelles totales augmenteront également (figure 3). Dans les régions plus sèches des Maritimes, la médiane des précipitations annuelles totales passera de 1112 mm en 2020 à 1294 mm en 2100. Et dans les régions plus humides la médiane des précipitations annuelles totales augmentera de près de 20 cm, passant de 1466 mm en 2020 pour atteindre 1653 mm en 2100

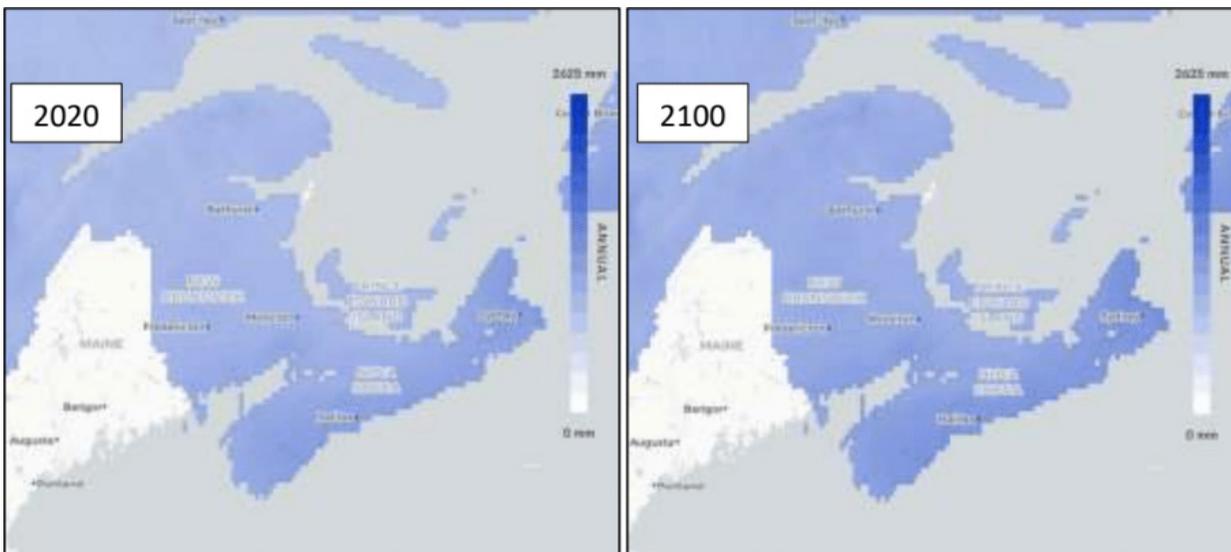


Figure 3. Total precipitation (in mm). (Images taken from the Government of Canada’s Climate Atlas at <https://climatedata.ca/>).

On prévoit que l’intensité et la sévérité des tempêtes augmenteront également, ce qui aura des conséquences importantes sur tout le monde et toute chose – infrastructures, domiciles et commerces, forêts, habitats et faune, et directement sur les personnes. Dans les régions les plus humides des provinces maritimes, comme dans l’est et le sud de la Nouvelle-Écosse, la médiane des précipitations totales en une seule journée se situe actuellement à 64 mm; elle pourrait augmenter à 85 mm d’ici 2100 (figure 4). Dans les régions les plus sèches, comme dans le nord du Nouveau-Brunswick, la médiane actuelle de 41 mm augmentera à 46 mm,

selon les projections.

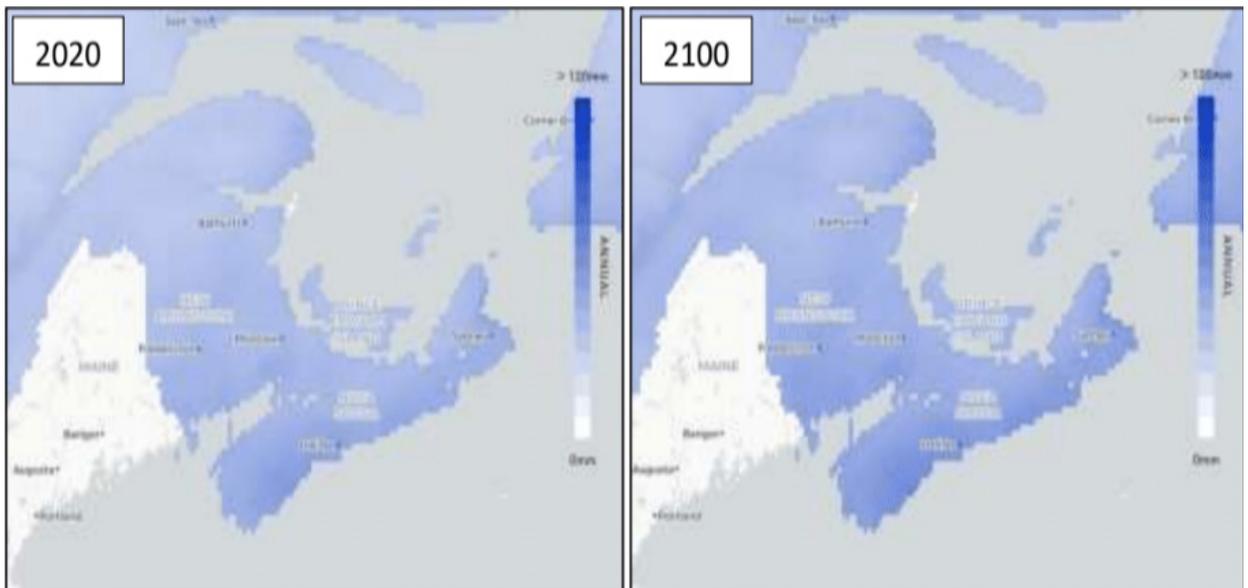


Figure 4. The largest precipitation total on a single day (in mm). (Images taken from the Government of Canada's Climate Atlas at <https://climatedata.ca/>).

## Objectifs et résultats attendus

L'outil décisionnel C & C vise la réalisation de deux objectifs sylvicoles :

1. Conserver ou améliorer la résilience du peuplement aux changements climatiques
2. Maximiser le stockage du carbone dans le peuplement

L'outil ne vise pas ces deux objectifs isolément et tente délibérément de ne pas marginaliser l'un de ces résultats pour atteindre l'autre. Il accorde très certainement une plus grande priorité à l'objectif de la résilience aux changements climatiques. Par exemple, l'outil peut recommander un traitement qui réduira temporairement la densité ligneuse d'un peuplement, entraînant ainsi une diminution du stockage du carbone, afin d'orienter le peuplement vers une résilience plus désirable aux changements climatiques.

Les systèmes sylvicoles que recommande cet outil n'incluent pas les systèmes à courte rotation de peuplements équiennes (du même âge), conçus pour maximiser la production de matière ligneuse et minimiser le risque de perte financière. On peut arguer que l'aménagement des peuplements par très courtes rotations permet aux gestionnaires forestiers de réagir plus rapidement au climat en mutation (et aux aléas du marché). Mais ces systèmes sylvicoles équiennes à courte rotation ne sont pas compatibles avec le stockage maximal du carbone et c'est pourquoi cet outil n'en fait pas la recommandation.

## Conserver ou améliorer la résilience du peuplement aux changements climatiques : Évaluation des risques par espèce d'arbre

Le principe de la réduction des risques associés aux changements climatiques est l'un des fondements de cet outil de sylviculture. La composition arborée est le facteur essentiel de la capacité d'un peuplement forestier d'être résilient aux changements climatiques.

On prévoit qu'en raison des changements climatiques, certaines espèces d'arbres des Maritimes subiront un stress croissant (p. ex. le sapin baumier, l'épinette blanche, le bouleau

blanc), alors que d'autres espèces ayant plus d'affinités avec le sud seront probablement mieux adaptées au réchauffement du climat (p. ex. le pin blanc, le chêne rouge, l'érable rouge). Dans cet outil, les espèces d'arbres qui seront davantage stressées par les changements climatiques, selon les projections, sont classées « à risque élevé » et celles qui seront résilientes au réchauffement du climat sont classées « à faible risque ».

Par extension de ce principe, les peuplements où dominant les espèces d'arbres « à risque élevé » sont par définition des peuplements à risque élevé et on prévoit qu'ils ne seront pas résilients au réchauffement du climat. Le principe fondamental de cet outil est donc de manipuler la composition du peuplement pour y faire dominer des essences d'arbres « à faible risque ».

L'outil ne tente nullement de prescrire quelles espèces d'arbres doivent être classées « à faible risque » plutôt que « à risque élevé ». L'évaluation du risque et le classement des espèces doivent se faire dans un contexte écologique et potentiellement économique spécifique. L'évaluation des risques par espèces d'arbres dépend foncièrement de la classification écologique des boisés. Par exemple, le sapin baumier se situe clairement parmi les espèces à risque élevé dans les écorégions des Maritimes les plus au sud, mais il est beaucoup moins à risque dans le nord du Nouveau-Brunswick et en altitude. De même, l'épinette rouge est relativement moins à risque dans les écorégions très fraîches et toujours humides telles que celles de la baie de Fundy mais beaucoup plus à risque dans les écorégions au climat plus continental. En fin de compte, l'évaluation des risques pour les espèces d'arbres est une cible mouvante et doit être gérée dans un contexte qui reconnaît la dynamique spécifique des écologies locales et en tient compte.

## **Stockage du carbone dans les peuplements : Aménagement de la densité et de la structure d'âge**

Du point de vue de la culture des arbres (c.-à-d. de la sylviculture), maximiser le stockage du carbone équivaut à maximiser la densité d'un peuplement sur la plus longue durée possible.

### **Aménagement de la densité des peuplements et éclaircissage**

La densité du peuplement se mesure d'après la somme totale de végétation arborée dans le peuplement. La surface terrière par unité de superficie (p. ex. m<sup>2</sup> /ha, pi<sup>2</sup>/ac) est en corrélation directe avec la biomasse totale des arbres et peut être efficacement mesurée et aménagée en contexte Page 8 of 12 Version 1.0 opérationnel. On sait que les peuplements qui présentent une plus grande surface terrière stockent davantage de carbone, en général, que les peuplements de moindre surface terrière.

Les systèmes sylvicoles conçus pour maximiser la production de fibre ligneuse maintiennent délibérément les peuplements à une densité relativement faible (c.-à-d. une faible surface terrière) afin de maximiser le taux de croissance. L'éclaircissage est la pierre angulaire de l'aménagement en vue de maximiser le taux de croissance à l'échelle du peuplement. Mais les régimes intensifs d'éclaircissage peuvent conserver au peuplement une densité qui est incompatible avec l'objectif de stockage du carbone.

Dans cet outil, nous avons intentionnellement usé de prudence pour recommander l'éclair-

cissage. Des peuplements éclaircis intensivement sont gardés artificiellement à de faibles densités pour maximiser leur taux de croissance. Les peuplements de plus grande densité stockent plus de carbone et c'est pourquoi il faut éclaircir avec beaucoup de prudence si un de nos objectifs est de maximiser le stockage du carbone.

### **Aménagement de la structure d'âge**

En théorie, le peuplement idéal pour le stockage du carbone se caractérise par sa densité élevée et sa structure équilibrée d'un mélange d'arbres de plusieurs âges distincts, soit un peuplement inéquienne équilibré. Dans un peuplement multiâge parfaitement équilibré, la densité et la structure d'âge restent stables sur la durée. En conservant un peuplement multiâge équilibré on pourrait théoriquement stocker en permanence une quantité définie de carbone.

En pratique, assurer le maintien d'un peuplement inéquienne équilibré est plus facile à dire qu'à faire. Le maintien d'un peuplement inéquienne équilibré dépend fondamentalement de la régénération et de la culture d'arbres désirables et dans ce contexte, désirable signifierait « à faible risque » quant à la résilience aux changements climatiques. Le recrutement continu d'espèces « à faible risque » constitue une attente raisonnable pour un petit nombre seulement de peuplements dans le paysage.

Dans la réalité, les systèmes sylvicoles irréguliers en longue rotation sont davantage praticables que les systèmes multiâges. En général, pour répondre à l'objectif de stockage du carbone, l'outil décisionnel tâche d'orienter le plus grand nombre de peuplements soit vers les systèmes sylvicoles irréguliers soit vers les systèmes multiâges.

De nombreuses espèces d'arbres sont à la fois résilientes aux changements climatiques et intolérantes à l'ombre. Plusieurs de ces espèces s'avèrent parfaites pour le stockage du carbone, surtout si elles ont une longue durée de vie et atteignent de fortes dimensions (p. ex. le pin blanc). Selon les contextes, il pourrait être désirable de cultiver un peuplement dominé par ce type d'espèces. Mais il peut être difficile voire impossible d'aménager à l'aide de systèmes sylvicoles irréguliers ou multiâges des peuplements où dominant des espèces qui tolèrent mal l'ombre. Pour aménager un peuplement dominé par ces espèces il pourrait être nécessaire de laisser le peuplement atteindre la maturité et de régénérer le peuplement tout entier sur une durée relativement courte, causant ainsi une perte temporaire de sa capacité de stockage du carbone. Dans les cas de ce genre, on recommande de favoriser la croissance des essences ayant une longue durée de vie et de laisser le peuplement pousser Page 9 of 12 Version 1.0 sur une rotation aussi longue que possible (au moins 100 ans), prolongeant ainsi au maximum la période de stockage du carbone.

### **Carbone dans les arbres de réserve et le sol forestier**

À l'échelle des peuplements, les vieux arbres morts jouent un rôle clé dans l'écosystème forestier. Ce sont des structures d'importance critique pour l'habitat faunique. Le bois mort finit par s'intégrer à l'écosystème du sol et lui fournir des éléments structuraux et fonctionnels clés, en plus d'être propice au stockage du carbone.

Conçus pour maximiser la production de fibre ligneuse, les systèmes sylvicoles intensifs conventionnels sont soigneusement réglés de manière à récolter les arbres bien avant qu'ils vieillissent et meurent. Les régimes d'éclaircissage intensif propres à la sylviculture intensive empêchent aussi les peuplements d'atteindre le stade naturel d'exclusion des tiges où des arbres sont éliminés par le stress et la concurrence pour l'espace de croissance.

Pour aménager dans le but de stocker du carbone, on recommande que tous les systèmes sylvicoles prévoient des « arbres de réserve » qui sont conservés intentionnellement et qu'on laisse terminer leur cycle de vie naturel (c.-à-d. un « arbre à cycle de vie complet »), et qui finissent par se décomposer et s'intégrer à l'écosystème du sol. Même les systèmes sylvicoles équiennes classiques peuvent être transformés en systèmes à deux âges en sélectionnant de grands arbres individuels à la fin de la rotation de coupe et en les mettant en réserve de manière permanente comme « arbres à cycle de vie complet ».

## **Vieux peuplements ayant une valeur unique de conservation des forêts anciennes**

Aux Maritimes, certains peuplements ont une valeur unique de conservation des forêts anciennes. Les forêts des Maritimes ont une histoire bicentenaire de récolte de bois sur de vastes étendues et cela va s'intensifiant. Depuis 40 ou 50 ans, la principale méthode de récolte du bois a produit des peuplements dominés par une seule cohorte d'arbres. Typiquement, on laisse pousser ces jeunes peuplements pendant 40 à 80 ans avant de les récolter et on régénère le peuplement pour obtenir un autre cycle de croissance d'un seul âge. Sauf dans les aires naturelles protégées, on laisse de moins en moins de peuplements atteindre le stade de développement du très grand âge. Dans certains cas, ces très vieux peuplements forestiers ne peuvent exister qu'en l'absence de traitement sylvicole sur de longues durées.

Si un peuplement en particulier possède une valeur unique de conservation de forêts anciennes qui ne peut être maintenue qu'en l'absence de traitement sylvicole, on recommande au propriétaire foncier d'envisager l'aménagement du peuplement comme zone naturelle protégée, exemptée de traitement.

## **Partenariats**

En 2018, avec l'appui du Fonds en fiducie pour l'environnement du Nouveau-Brunswick, Community Forests International a chargé le contractuel Gareth Davies d'élaborer des prescriptions sylvicoles qui favorisent l'adaptation au climat pour la région de la Forêt acadienne et de construire un arbre Page 10 of 12 Version 1.0 décisionnel qui servirait d'outil pour les professionnels en foresterie. En 2019 une première ébauche du présent document d'appoint et l'arbre décisionnel des prescriptions sylvicoles ayant été mis au point, Community Forests International s'est associé à la Fédération des propriétaires de lots boisés du Nouveau-Brunswick afin de continuer à perfectionner ces documents et de livrer des activités de renforcement des capacités aux professionnels en foresterie. Un soutien supplémentaire à ce projet a été accordé par Ressources naturelles Canada, par l'entremise de son programme Renforcer la capacité et l'expertise régionales en matière d'adaptation (RCERA), en 2019-2021.

## **Citation suggérée**

Community Forests International. 2019. Prescriptions sylvicoles favorisant la résilience aux changements climatiques et le stockage du carbone pour la région de la Forêt acadienne v. 1.0. cultural Prescriptions for the Acadian Forest Region v. 1.0.

## Ressources documentaires

Les publications ci-dessous ont contribué à l'élaboration des concepts clés de l'arbre décisionnel des Prescriptions sylvicoles favorisant la résilience aux changements climatiques et du présent document d'appoint.

Aubin I., Boisvert-Marsh L., Kebli H., McKenney D., Pedlar J., Lawrence K., Hogg E. H., Boulanger Y., Gauthier S., & Ste-Marie C. 2018. Tree vulnerability to climate change: improving exposure-based assessments using traits as indicators of sensitivity. *Ecosphere* 9(2):e02108. 10.1002/ecs2.2108

Janowiak M. K., D'Amato A. W., Swanston C. W., Iverson L., Thompson F. R. III, Dijk W. D., Matthews S., Peters M. P., Prasad A., Fraser J. S., Brandt L. A., et al. 2018. New England and Northern New York Forest Ecosystem Vulnerability Assessment and Synthesis: A Report from the New England Climate Change Response Framework Project. Newtown Square (PA): United States Department of Agriculture Forest Service.

Janowiak M. K., Iverson L. R., Fosgitt J., Handler S. D., Dallman M., Thomas S., Hutnik B., & Swanston C. W. 2017. Assessing Stand-Level Climate Change Risk using Forest Inventory Data and Species Distribution Models. *Journal of Forestry*, 115 (3), 222–229.

Janowiak M. K., Swanston C. W., Nagel L. M., Brandt L. A., Butler P. R., Handler S. D., Shannon P. D., Iverson L. R., Matthews S. N., Prasad A., & Peters M. P. 2014. A Practical Approach for Translating Climate Change Adaptation Principles into Forest Management Actions. *Journal of Forestry*, 112 (5), 424-433.

Lafleur B., Paré D., Munson A. D., & Bergeron Y. 2010. Response of northeastern North American forests to climate change: Will soil conditions constrain tree species migration? *Environmental Review*, 18, 279–289.

Matthews J. D. 1989. *Silvicultural Systems*. Oxford (UK): Oxford University Press.

Nolet, P., & Béland, M. 2017. Long-Term Susceptibility of Even-and Uneven-Aged Northern Hardwood Stands to Partial Windthrow. *Forests*, 8(4), 128.

Nolet, P., Kneeshaw, D., Messier, C., & Béland, M. 2018. Comparing the effects of even-and uneven-aged silviculture on ecological diversity and processes: A review. *Ecology and Evolution*, 8(2), 1217-1226.

Noseworthy, J. 2018. *New England–Acadian Forest Restoration: A Landowner's Guide to Theory and Practice*. Fredericton (NB): Nature Conservancy of Canada.

Smith D. M., Larson B. C., Kelty M. J., & Ashton, P. M. S. 1997. *The Practice of Silviculture: Applied Forest Ecology*. 9th ed. New Delhi (India): Wiley India Pvt.

Swanston C. W., Janowiak M. K., Brandt L. A., Butler P. R., Handler S. D., Shannon P. D., Lewis A. D., Hall K., Fahey R. T., Scott L., et al. 2016. *Forest Adaptation Resources: Climate Change Tools and Approaches for Land Managers*. 2nd ed. Newtown Square (PA): United States Department of Agriculture Forest Service.

**Ce document a été créé dans le cadre du  
Renforcement des capacités des propriétaires de lot boisés  
du N.-B. s'adapter au changement climatique projet**

Fédération des propriétaires de lots boisés du N.-B. travaillant en partenariat avec:

Propriétaires de boisés

