

# **Adaptation de l'aménagement forestier face aux incendies forestiers - Quelques options à explorer pour la forêt boréale.**

Jean-Pierre Jetté, Ingénieur forestier

Alain Leduc, Professeur associé, Centre d'étude de la forêt, Université du Québec à Montréal,

Sylvie Gauthier, Chercheuse émérite, Ressources naturelles Canada

Yves Bergeron, Professeur émérite, UQAM-UQAT

*Ce texte a été soumis à la revue Forestry Chronicle. En date du 11 avril 2024, nous sommes en attente d'une approbation.*

**Résumé** : La saison des incendies forestiers au Canada en 2023 a été d'une telle ampleur qu'elle force une réflexion profonde au sujet de l'aménagement forestier tel qu'il est pratiqué actuellement dans la forêt boréale canadienne. Comme des événements similaires sont susceptibles de se reproduire dans les années à venir, nous devons réfléchir à des pratiques forestières permettant de mieux faire face à ces risques pour en atténuer les conséquences. En nous concentrant sur la situation du Québec, nous examinons six options générales en guise de contribution au débat à propos d'une stratégie d'adaptation à mettre en œuvre face à l'augmentation du risque d'incendie de forêt. Afin d'atténuer les conséquences néfastes des futurs incendies dans la forêt boréale, nous suggérons que le maintien des processus naturels de résilience et le déploiement d'un banc d'essai pour tester certaines pratiques d'adaptation sont deux options à considérer. Nous proposons aussi la prise en compte a priori du risque d'incendie dans la planification de l'approvisionnement en bois et dans les investissements sylvicoles ainsi que l'amorce d'une transition industrielle pour les communautés dépendantes de la forêt.

**Mots clés** : adaptation, changements climatiques, aménagement forestier, incendies de forêt.

## Introduction

La saison des incendies forestiers au Canada en 2023 a été d'une telle ampleur qu'elle force une réflexion profonde au sujet de l'aménagement forestier tel qu'il est pratiqué actuellement dans la forêt boréale canadienne. Par exemple, dans la province de Québec, l'année 2023 est l'une des années record en termes de superficie brûlée : seulement au sud de la limite nordique des forêts attribuables (Fig. 1), 1,3 million d'hectares ont été touchés par des incendies, dont 920 000 hectares dans les territoires aménagés. Dans les archives, il faut remonter à 1923 pour s'approcher d'une telle superficie. Cependant, en tenant compte de cette année, les taux de brûlage observés sont conformes aux projections faites pour la période 2010-2040 sur la base des changements climatiques (Wang et al. 2020, Boulanger et al. sous presse). Des situations similaires sont donc susceptibles de se produire à l'avenir.

Le Forestier en chef estime que les incendies de l'été dernier ont entraîné une perte de possibilité forestière de 850 000 m<sup>3</sup>/an, dans les trois régions administratives les plus touchées par les incendies. Dans la seule région administrative du " Nord du Québec ", quelques 600 000 ha de forêt aménagée ont été affectés par le feu, entraînant des pertes potentielles de possibilités estimées à 720 000 m<sup>3</sup>/an, soit 17,5 % de leur niveau actuel (FEC 2023a). Dans les zones touchées, le Forestier en chef estime qu'environ 400 000 ha de forêts présentent un déficit de régénération (FEC 2023b). Compte tenu de la capacité de reboisement actuelle, il en résultera probablement une perte de superficie productive et une dégradation du couvert forestier boréal.

Face à cette situation, un débat est en cours au Québec et le gouvernement vient de lancer une vaste réflexion sur l'avenir de la forêt, notamment au regard des effets des changements climatiques (Gouvernement du Québec 2024). Dans le cadre de ce débat public, un certain nombre d'idées et de solutions ont été mises de l'avant pour atténuer les conséquences des changements climatiques et favoriser l'adaptation, particulièrement en ce qui concerne les risques d'incendies forestiers. L'idée d'intensifier la production de bois dans certaines zones, ainsi que celle de modifier la composition forestière de la forêt boréale (plantation d'essences feuillues) ont été parmi les plus populaires (Messier 2024 ; FEC 2023c). Nous considérons que ces options sont dignes d'intérêt. Toutefois, en nous basant sur la compréhension du fonctionnement des écosystèmes boréaux, nous pensons que de nombreuses autres idées devraient également être envisagées.

Malheureusement, jusqu'à présent, ces options n'ont fait l'objet que de très peu d'attention publique.

L'objectif de ce document est d'examiner d'autres options qui ont été mises de l'avant dans diverses publications scientifiques, discussions professionnelles ou débats publics. Nous reconnaissons que certaines de ces idées ont déjà été mises en œuvre à divers degrés dans la forêt boréale québécoise, alors que d'autres sont encore au stade de la réflexion. Nous croyons que toutes ces options méritent d'être rigoureusement examinées afin de mettre au point des façons efficaces d'envisager leur mise en œuvre. Nous sommes également convaincus que ces options peuvent être utiles dans d'autres contextes de la forêt boréale canadienne.

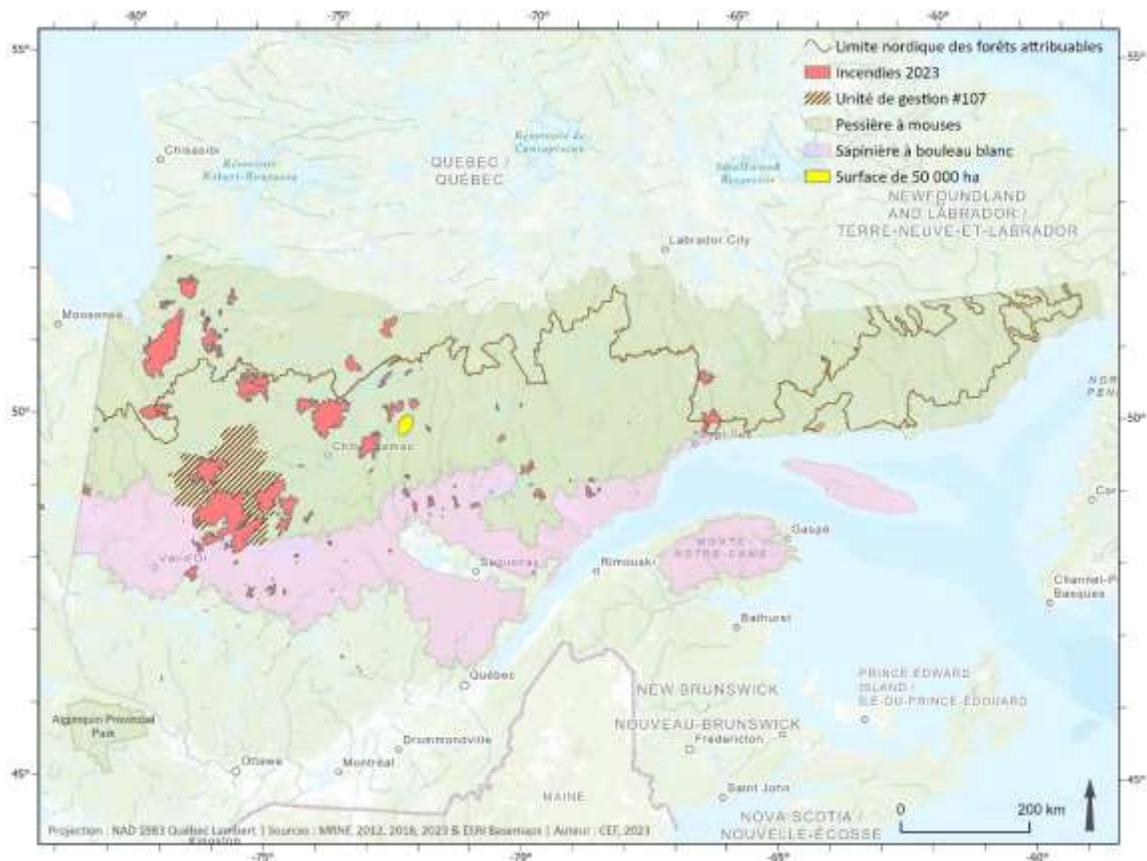
## **1. Préserver et renforcer les processus naturels de résilience**

L'immensité du territoire québécois est parfois difficile à visualiser. La forêt est vaste et relativement peu habitée (Fig. 1). Par conséquent, notre capacité d'intervention reste limitée et l'intention de transformer la composition de la forêt boréale pour réduire sa vulnérabilité au feu ne peut s'inscrire que dans une action à long terme. Nous devons admettre qu'au cours des prochaines décennies, de vastes zones de la forêt boréale seront laissées à leurs propres processus de rétablissement. Heureusement, en forêt boréale, de vastes peuplements naturels sont constitués presque exclusivement d'épinettes noires et de pins gris, tous deux bien adaptés aux incendies récurrents (Le Goff et Sirois 2004). Leurs cônes peuvent résister au feu et libérer ensuite des graines, assurant ainsi la régénération naturelle de la forêt.

Cependant, ces cônes mettent du temps à se développer. Lorsque le feu frappe une jeune forêt, le processus de régénération naturelle échoue (Jasinski et Payette 2005), ce qui entraîne une perte de densité du couvert forestier, voire la transformation de la forêt fermée en une forêt ouverte (Perrault-Hébert et al. 2017). Ce phénomène est connu sous le nom d'échec de régénération (Boucher et al. 2020, Stevens-Rumann et al. 2022). Plus il y a de forêts jeunes, plus le risque est élevé (Cyr et al. 2022).

Au cours des dernières décennies, la structure d'âge des peuplements forestiers dans les paysages boréaux a été considérablement rajeunie par la coupe forestière pratiquée à

grande échelle (Cyr et al. 2009). La proportion de jeunes peuplements a augmenté au point qu'à certains endroits, le risque d'échec de la régénération a presque doublé. Par exemple, dans l'unité de gestion 107, la forêt naturelle était composée d'environ 33 % de jeunes forêts, selon les cycles de feu qui y prévalaient au 19e siècle. Cependant, au début de l'été 2023, 65% de ce territoire maintenant aménagé avait moins de 60 ans. Certaines analyses démontrent d'ailleurs que la plupart des échecs de régénération survenus cet été se seraient produits dans des peuplements issus de coupes récentes (Boulanger et al., sous presse). Avec de plus en plus de jeunes forêts et des incendies de plus en plus fréquents, les problèmes de régénération vont s'aggraver.



**Figure 1 - Forêt boréale, superficie brûlée, capacité de plantation actuelle et localisation de l'unité de gestion 107.** Selon des chercheurs de l'Université du Québec à Chicoutimi, le Québec réalise en moyenne 50 000 hectares de plantations forestières publiques chaque année, au sud de la limite nord de la forêt commerciale (Riopel, 2023). Cette superficie est représentée par le polygone jaune. Le travail nécessaire pour arriver à transformer de manière significative la composition de la forêt boréale (qui englobe la zone rose et vert plus foncé) par la plantation prendrait plusieurs décennies. Comme de nombreux secteurs connaîtront des échecs de régénération, leur restauration sera une entreprise longue et coûteuse.

Avec 400 000 ha de forêt commerciale susceptibles d'être mal régénérés à la suite des incendies de forêt de l'été 2023, la tâche de remise en production de ces sites sera complexe, longue et coûteuse. En présence d'une régénération feuillue, un couvert forestier peut se reconstituer naturellement (section 1,2). Dans les autres cas, l'absence d'actions de restauration conduira à une forêt ouverte constituant ainsi une dégradation du couvert forestier boréal. L'utilisation de la plantation pour assurer cette restauration coûterait probablement autour de deux milliards de dollars tout en étant techniquement difficile à mettre en œuvre. En novembre dernier, le gouvernement du Québec a annoncé un investissement de 200 millions de dollars afin de restaurer 25 000 ha au cours des 8 prochaines années. À ce rythme, il faudrait près de 100 ans pour pallier les problèmes de régénération rencontrés. Même si tous les budgets nécessaires étaient disponibles, des difficultés de mise en œuvre subsisteraient : les accès routiers manqueraient à plusieurs endroits et la pénurie de main-d'œuvre pourrait ralentir le processus.

Nous pouvons également nous attendre à ce que de tels défis se posent chaque fois que nous connaissons une nouvelle saison d'incendies importants. Les changements climatiques étant susceptibles de provoquer davantage d'incendies à l'avenir, le problème pourrait devenir un gouffre financier pour l'État. Cet argent devra être dépensé à chaque fois ou alors la société devra se résigner à une dégradation progressive du couvert forestier boréal.

Dans un premier temps, les conséquences seront économiques, car l'État devra consacrer des budgets importants pour tenter de régénérer le plus de superficie forestière possible. Il en résulterait également un effet à moyen terme sur la production ligneuse, compte tenu du temps nécessaire pour la remise en production des secteurs affectés et de l'impossibilité de les restaurer entièrement. En outre, d'autres effets sont à envisager, tels que les conséquences sur le bilan carbone ou sur la biodiversité dans les cas où les peuplements ne sont pas en mesure de reconstituer le couvert initial. Ces effets affecteront également les attentes sociales, notamment pour les communautés nordiques dépendantes de la forêt. Ceci est particulièrement vrai dans le cas des Premières Nations.

Dans des conditions naturelles, la forêt boréale a autrefois été soumise à des régimes où les incendies étaient beaucoup plus fréquents qu'au vingtième siècle (Chavardès et al.

2022). Étant donné que la forêt possède des mécanismes naturels de résilience, les forêts à couvert fermé sont toujours présentes (Carcaillet et al. 2010) malgré le fait que les incendies aient déjà été plus fréquents qu'au vingtième siècle (Bergeron et al. 2010). Comme ces mécanismes peuvent fonctionner par eux-mêmes, une façon de réduire les impacts écologiques, économiques et sociaux du feu est de gérer la forêt de manière à préserver et renforcer ces mécanismes naturels de résilience. Si nous les affaiblissons, les conséquences néfastes s'aggraveront.

### ***1.1 Repenser les stratégies de rétention à différentes échelles***

La rétention variable est pratiquée en forêt boréale notamment pour maintenir la biodiversité et certaines fonctions écologiques (Martinez Pastur et al. 2020). Par exemple, au Québec, diverses formes de rétention sont pratiquées par endroits, mais celles-ci se font sans considérations spécifiques pour la régénération après le feu. Les stratégies de rétention pourraient être repensées afin d'offrir une meilleure protection contre les échecs de régénération lorsque des incendies se produisent.

À l'échelle du peuplement, le maintien de futurs semenciers lors de la récolte dans des territoires plus à risque d'incendie et là où il n'y a pas d'accès routier permanent est une approche qui peut être utilisée plus fréquemment. Au sein d'un peuplement, selon la structure du peuplement et les objectifs de régénération poursuivis, des études suggèrent que la conservation d'un minimum de 10 à 15 % de la surface terrière des semenciers, pourrait réduire les problèmes de régénération après le passage du feu (Aubry et al. 2009, Cyr et al. 2022). À l'échelle du bloc de coupe, la configuration des parterres de coupes et de la forêt résiduelle pourrait également être réévaluée afin d'améliorer la couverture offerte par les semenciers. De même, lorsque les conditions le permettent, la coupe partielle est une autre option qui permet de maintenir des semenciers tout en répondant à d'autres enjeux écologiques, économiques ou sociaux.

Dans le cadre des plans d'aménagements spéciaux pour la récupération du bois brûlé, il est également souhaitable de préserver le potentiel de régénération naturelle afin de diminuer les efforts coûteux de reboisement. En situation de débordement, comme c'est le cas après la saison 2023, tout doit être mis en œuvre pour réduire les besoins de reboisement en tirant profit des processus naturels de régénération. Les forêts brûlées

contenant des arbres mûrs ont généralement le potentiel de se régénérer naturellement, mais ce sont aussi celles qui sont visées par les opérations de récupération. Comme ces travaux sont menés rapidement, les épinettes noires sont récoltées avant qu'elles n'aient eu le temps d'ensemencer correctement le terrain, le potentiel de régénération naturelle est alors court-circuité (Greene et al. 2006). Il serait donc également nécessaire de maintenir une surface terrière minimale d'arbres semenciers dans les coupes de récupération.

À l'échelle de l'unité d'aménagement, une autre façon de tirer parti de ces mécanismes naturels est de conserver plus d'arbres matures dans les paysages boréaux soumis à un risque élevé d'incendie. Une option consiste à réduire le taux de récolte afin de maintenir une plus grande quantité de forêts mûres capables de se régénérer naturellement (Cyr et al. 2022). Dans la majorité de la forêt boréale commerciale du Québec, compte tenu de la structure d'âge actuelle de la forêt, une réduction du taux de récolte de 5 à 20 % permettrait de réduire la vulnérabilité à long terme tout en permettant de constituer une réserve de bois pour l'industrie en prévision de futurs incendies (Savage et al. 2010, Leduc et al. 2015). Cette mesure vise donc simultanément deux objectifs : réduire les problèmes de régénération et constituer une réserve de précaution pour l'approvisionnement en bois (voir section 3).

### ***1.2 Autres pistes pour maintenir les mécanismes naturels de résilience***

D'autres pistes peuvent être explorées afin de renforcer les mécanismes naturels de résilience. Il serait ainsi possible d'augmenter la proportion de pin gris dans les travaux de reboisement. Cette espèce a l'avantage de croître plus rapidement et de pouvoir produire des cônes en quantité suffisante dès l'âge de 30 ans, comparativement à 50 ans pour l'épinette noire (Splawinski et al. 2019b, Cyr et al. 2022). Aussi, après un incendie, certains sites sont rapidement recolonisés par des essences feuillues qui peuvent proliférer dans certaines circonstances (Chen et al. 2009). Traditionnellement, cet "enfeuillage" est combattu, car ces essences sont moins intéressantes pour l'industrie forestière (Barette et al. 2022). En laissant libre cours à cette régénération feuillue, il serait possible de réduire les efforts sylvicoles tout en contribuant à diminuer la vulnérabilité des forêts aux

futurs incendies (Girardin et Terrier, 2015). Il s'agit là d'un autre processus écologique naturel dont nous pouvons bénéficier.

Nous pensons que la mise en œuvre de telles approches permettrait de réduire les conséquences probables de futurs incendies avec des moyens relativement peu coûteux et pouvant agir sur des superficies appréciables.

**Option 1 : Mettre en œuvre des actions permettant de tirer parti des processus naturels de résilience, en accordant une attention urgente au maintien d'un plus grand nombre d'arbres semenciers dans les territoires aménagés.**

## **2. D'autres options doivent également être envisagées**

Compte tenu de la fréquence croissante des incendies, il se peut que nous ne puissions qu'atténuer leurs effets sans empêcher la forêt de reculer (Baltzer et al. 2021). Outre le recours aux processus naturels, d'autres options doivent être envisagées pour faire face aux changements. L'option consistant à modifier la composition et la disposition des forêts pour contrer la propagation des incendies mérite d'être rigoureusement explorée. Toutefois, il convient de faire la distinction entre ce qui peut être fait rapidement, à proximité des établissements humains et ce qui est faisable dans les grandes forêts publiques.

### ***2.1 Un besoin urgent de mieux protéger les communautés humaines et les infrastructures clés***

La modification de la composition d'une partie importante de la forêt boréale commerciale serait une entreprise longue et coûteuse (Fig. 1). Cependant, suffisamment de connaissances sont actuellement disponibles pour mettre en œuvre des actions autour des installations humaines, notamment par le biais d'initiatives du type de « Fire Smart Canada » (<https://firesmartcanada.ca/>). Il s'agit alors d'une échelle à la portée de nos moyens et qui est susceptible de réduire significativement les risques dans ces zones. Nous soutenons pleinement l'idée d'une action rapide en cette matière. Les municipalités

devraient être soutenues dans la préparation de plans de protection contre les incendies de forêt.

**Option 2 : Mettre rapidement en œuvre des mesures de protection contre les incendies afin de protéger les communautés humaines et les infrastructures clés.**

## ***2.2 Un banc d'essai pour l'adaptation : un cadre d'apprentissage structuré dans un projet de restauration des forêts affectées par les incendies***

Les problèmes de régénération entraîneront une diminution de la production ligneuse ainsi qu'une perte de couvert forestier par endroits (Pau 2023). Des investissements seront donc nécessaires pour atténuer ces problèmes. Si de tels efforts sont déployés, ils pourraient fournir une occasion pour mettre en œuvre un banc d'essai de grande envergure. Plusieurs options d'adaptation ont été mises de l'avant jusqu'ici, mais plusieurs d'entre elles n'ont pas fait l'objet d'analyses rigoureuses et d'expériences à une échelle opérationnelle. Tester et développer de nouvelles façons de faire permettrait de préparer le terrain pour la mise en œuvre d'une stratégie d'adaptation sur des bases scientifiques et opérationnelles solides.

La création d'un tel banc d'essai pourrait s'appuyer sur l'expertise scientifique actuellement disponible au Québec et au Canada dans un cadre d'apprentissage structuré par le biais d'un tel projet de restauration après feu. Une liste non exhaustive d'idées proposées par différents acteurs forestiers à la suite de la saison exceptionnelle des feux de 2023 est présentée ci-dessous :

- Tester différentes méthodes moins coûteuses pour rétablir une régénération adéquate. Par exemple, les techniques d'ensemencement aérien et l'utilisation de drones pourraient être explorées.
- Permettre aux peuplements d'essences feuillues suffisamment régénérés d'évoluer librement.
- Augmenter significativement le reboisement en pin gris compte tenu de sa résilience avérée au feu (les risques d'échec de la régénération seront moindres). L'option de mélanger le pin gris avec l'épinette noire est également possible.

- Diversifier les provenances de essences plantées pour faire face à l'incertitude des futures conditions.
- Élaborer un cadre pour la mise en œuvre et l'entretien d'un réseau routier stratégique tenant compte des risques d'incendie. L'accès est un élément crucial pour développer la capacité d'intervention. Cependant, la forêt boréale est immense. Les coûts de construction et d'entretien sont élevés. Sans réflexion stratégique sur le sujet, les efforts sylvicoles pourraient être moins efficaces.
- Évaluer différents modèles de répartition spatiale des peuplements feuillus et de déploiement du réseau routier afin d'expérimenter une stratégie de confinement du feu qui soit adaptée aux paysages du nord du Québec.
- Évaluer le potentiel de culture du peuplier en identifiant les zones propices (sol adéquat, proximité des communautés, etc.) et en développant des techniques de culture appropriées.
- Valider le potentiel d'autres espèces comme l'érable rouge en considérant leur vulnérabilité au feu et les contraintes liées au sol.
- Envisager le développement d'une filière de production de bouleau afin de constituer une offre de bois économiquement intéressante (l'exemple de la Finlande devrait être étudié).

Un tel banc d'essai serait également une occasion pour réfléchir à l'utilisation d'un zonage basé sur les risques de feu en utilisant les estimations des régimes de feu actuels (MRN 2013, Couillard et al. 2022) ou futurs (Boulangier et al. 2014). Les risques d'échecs de régénération ainsi que ceux de voir les investissements sylvicoles compromis par le feu pourraient alors être documentés et pris en compte dans les choix d'aménagement.

L'expérimentation des idées énoncées ici ne peut se faire sans intégrer des analyses financières qui permettront de juger de la pertinence et de la faisabilité des différentes pistes envisagées. Les différentes options disponibles doivent faire l'objet d'une analyse comparative afin d'établir le meilleur scénario possible.

La réalisation de ce banc d'essai permettrait aussi de mieux préciser les objectifs poursuivis en matière de gestion forestière. La quantité de bois produite ne doit certainement pas être le seul critère. Outre l'empreinte carbone, les conséquences sur la biodiversité et les différentes utilisations de la forêt doivent être prises en compte. L'intérêt

des Premières Nations ne peut non plus être ignoré. On ne peut envisager de modifier la composition forestière de territoires ancestraux sans impliquer les communautés autochtones en amont de la réflexion.

**Option 3 : Utiliser le chantier de restauration après feu pour en faire un banc d'essai à grande échelle, en utilisant l'expertise scientifique disponible.**

### **3. Améliorer la prise en compte des risques de feu dans la planification de l'approvisionnement en bois**

L'été 2023 est venu nous rappeler que les incendies de forêt font partie de l'équation lorsqu'il s'agit de planifier la production de bois et les niveaux durables de récolte. Les pertes de bois mûr ainsi que celles qui se produisent dans les jeunes peuplements affecteront la production de bois attendue. De plus, la capacité de récupération du bois brûlé restera très faible en raison du manque d'accès routier ainsi que des contraintes financières. À ces éléments s'ajoutent les délais de restauration qui seront inévitables compte tenu de l'ampleur des travaux à réaliser. Il est également probable que certains peuplements ne pourront tout simplement pas être restaurés. Des superficies perdront ainsi leur vocation forestière (Cyr et al. 2022, Pau 2023). Tous ces éléments contribueront à réduire les possibilités forestières futures dans de nombreuses unités d'aménagement.

#### ***3.1 Établir une réserve de précaution pour plus de prévisibilité de l'offre de bois***

La prise en compte a priori du risque de feu a longtemps été suggérée comme un moyen pour assurer un rendement soutenu et des niveaux de coupe prévisibles (Boyчук et Martell 1996, Savage et al. 2010). Savage et al. (2010) ont conclu que dans les unités d'aménagement où le taux de brûlage est supérieur à 0,45 % par an, la prévisibilité de l'approvisionnement en bois est mieux assurée par la prise en compte a priori de ce risque. Bien sûr, des ajustements peuvent être faits au fur et à mesure que les incendies se produisent (approche a posteriori), mais les corrections ne peuvent qu'entraîner des baisses successives des possibilités. Sans la mise en place d'une réserve, il pourrait donc y avoir une surestimation importante des volumes disponibles pour la récolte. Cette surestimation pouvant atteindre jusqu'à 25% selon le risque de feu (Daniel et al. 2017).

Nous considérons que l'idée d'avoir une réserve de précaution est encore plus importante à l'ère des changements climatiques.

Avec une réserve de précaution de 5 à 20 % selon le taux de brûlage des territoires à risque, l'impact de la saison des feux 2023 aurait pu être atténué (Savage et al. 2010, Leduc et al. 2015). Les territoires à risque pourraient être délimités par une estimation des cycles de feu (Couillard et al. 2022). Actuellement, une réserve de précaution est appliquée dans deux unités d'aménagement de la région du Nord du Québec (FEC, 2022). À l'échelle régionale, nous estimons que cette réserve équivaut à moins de 2% de la possibilité, alors que l'effet des incendies de l'été 2023 se chiffre à 17,5%. L'établissement d'une plus grande réserve de précaution à l'échelle régionale serait, à nos yeux, plus prudent tout en permettant une mutualisation des impacts entre toutes les unités d'aménagement. Nous reconnaissons toutefois que parce que le risque de feu a jusqu'ici été considéré selon une approche a posteriori et compte tenu du fait que les incendies seront probablement plus fréquents à l'avenir, la réserve minimale qui peut maintenant être mise de côté pourrait être insuffisante pour stabiliser l'approvisionnement en bois. La réserve permettrait toutefois d'au moins réduire les impacts à venir.

Les premières raisons qui justifient l'établissement d'une réserve de précaution sont d'ordre économique. Celle-ci permet d'éviter des baisses brutales d'approvisionnement qui auraient pour effet de fragiliser la structure industrielle. L'absence de réserve signifie que les chocs successifs seront de plus en plus difficiles à absorber. Nous pensons qu'il est dans l'intérêt des communautés dépendantes de la forêt de s'assurer que la filière bois puisse fournir une ossature fiable pour le tissu industriel régional et pour longtemps. Ainsi, offrir moins de bois, mais de manière plus prévisible et constante pourrait constituer une base solide sur laquelle construire des économies régionales fortes, diversifiées et surtout résilientes face aux risques induits par les changements climatiques. La prise en compte du risque d'incendie dans les calculs des possibilités forestières constitue alors le premier geste à poser.

### ***3.2 Une précaution qui ne concerne pas que le bois***

L'application d'une réserve de précaution aurait des effets sur d'autres éléments tout aussi importants que l'approvisionnement en bois. Comme mentionné précédemment, une

réduction de la pression de récolte peut réduire la probabilité d'échecs de régénération en ralentissant le rajeunissement de la structure d'âge des peuplements dans les paysages boréaux. Cela influencera directement l'ampleur des budgets que le gouvernement sera obligé d'investir pour éviter la dégradation des forêts au cours des prochaines décennies. Il y a là un raisonnement économique à prendre en compte du point de vue de la gestion des finances publiques.

Cependant, le feu ne menace pas seulement que la ressource ligneuse. Des écosystèmes et des espèces pourraient également être dangereusement affectés. Des transformations sont susceptibles de se produire au gré des changements climatiques, mais la combinaison des stress causés à la fois par des incendies plus fréquents et par des niveaux de coupe optimistes pourrait pousser le système vers des points de bascule autrement évitables. Une réserve de précaution offrirait donc un coussin pour la biodiversité, qui est un élément tout aussi important que le bois dans l'aménagement durable des forêts.

La logique est la même pour les valeurs sociales associées à la forêt. Tous les usages doivent être pris en compte, mais ceci est particulièrement important pour les Premières Nations dans une perspective de réconciliation. Les ententes et les mesures d'accommodement ne peuvent ignorer la réalité de l'occurrence d'incendies dans le futur.

**Option 4 : Inclure une réserve de précaution suffisante dans les calculs des possibilités forestière afin d'améliorer la gestion du risque dans la planification forestière.**

### ***3.3 Revoir les stratégies d'investissements sylvicoles***

Pour compenser la baisse des approvisionnements en bois découlant de l'effet du feu et pour tenir compte du fait que les risques iront croissants, une solution possible consiste à accroître les investissements en sylviculture intensive. Cette idée doit cependant s'inscrire dans des stratégies globales d'investissements sylvicoles qui mériteront d'être revues afin de tenir compte de l'effet des incendies.

La production de bois dépend de la croissance naturelle des peuplements et du rendement des investissements sylvicoles. Cependant, l'impact des incendies compromet

les attentes en ce qui concerne les stratégies actuelles de production de bois. En effet, la probabilité de voir les investissements sylvicoles compromis par le passage du feu est élevée dans les régions à haut risque (Splawinski et al. 2019a, Cyr et al. 2022). Les analyses financières devraient donc systématiquement intégrer des hypothèses relatives aux probabilités de brûlage afin de faire de meilleurs choix sylvicoles. La rentabilité attendue compte tenu des risques d'incendie est un critère à mieux prendre en compte dans les stratégies d'investissement sylvicole.

Pour contrer la dégradation du couvert, il semble inévitable que des budgets soient alloués à la restauration des peuplements ayant connu des échecs de régénération, notamment ceux qui se sont produits dans des situations résultant de la coupe. Une partie des ressources allouées à la sylviculture de production intensive devra alors être réorientée vers cet effort de restauration où les rendements ligneux risquent d'être différents. Compte tenu des inévitables contraintes budgétaires, les ressources disponibles devront être redistribuées et les gestionnaires auront à bien mesurer les choix à faire entre la restauration et la production intensive.

#### **Option 5 : Revoir les stratégies d'investissement sylvicole.**

#### **4. Envisager la transition économique en tant que mesure d'adaptation**

Avec la saison des incendies que nous venons de vivre et les autres qui risquent de se produire plus souvent compte tenu des changements climatiques, il est très probable que l'offre actuelle de bois résineux ne pourra être maintenue. Or, la structure industrielle actuelle est construite sur la base de l'offre maximale de bois résineux, sans beaucoup d'égards pour les risques liés aux perturbations naturelles et au climat futur. Cette situation n'est tout simplement pas durable.

Considérer l'effet des incendies au fur et à mesure qu'ils se produiront (a posteriori) mènera à des réductions progressives et presque permanentes des niveaux de récolte. Par ailleurs, si la mise en place d'une réserve de précaution (a priori) permet de mieux planifier l'absorption de cet impact, elle entraînerait tout de même une baisse de l'offre de bois à court terme. Finalement, si l'option d'augmenter la proportion de feuillus dans les

paysages est retenue, la rareté du bois résineux s'accroîtra. Pour toutes ces raisons, l'industrie sera forcée de changer.

Nous pensons que ce contexte soulève la question de l'adaptation de la structure industrielle aux nouvelles conditions de l'aménagement forestier. Une stratégie d'adaptation aux changements climatiques devrait contenir un volet qui considère la modification de la demande industrielle en anticipant les changements inévitables et prévisibles de manière à atténuer les conséquences pour les communautés dépendantes de la forêt.

Nous pourrions être tentés de repousser cette échéance pour soutenir le modèle économique actuel en maximisant le niveau de récolte de bois résineux aussi longtemps que possible malgré les risques. Cela nous rapprocherait du point de rupture et d'un possible effondrement du secteur forestier tel que nous le connaissons. Ce risque planerait au-dessus de la tête des travailleurs et rendrait très difficile la réorganisation de la structure industrielle des communautés dépendantes de la forêt. Nous pensons qu'il serait plutôt préférable de miser sur une industrie du bois moins consommatrice de résineux, mais dont la pérennité serait assurée. Elle pourrait alors constituer une base solide sur laquelle s'organiserait un tissu économique plus diversifié et durable.

Dans ce contexte, le processus de modernisation du secteur forestier et de diversification du tissu économique régional pourrait être considéré comme une mesure d'adaptation efficace et ce, à relativement court terme. Comme nous pouvons anticiper les risques liés aux incendies, le développement de programmes visant à faciliter une transition économique graduelle et équitable peut être vu comme une mesure d'adaptation. Cette approche contribuerait à réduire les craintes concernant l'avenir et pourrait mobiliser les acteurs régionaux dans un effort stimulant et positif. Il s'agirait d'une réponse porteuse d'espoir pour ces communautés dépendantes de la forêt en ces temps de grande inquiétude.

**Option 6 : Développer des programmes de soutien aux communautés dépendantes de la forêt pour une transition économique progressive et équitable.**

## Conclusion

La saison des incendies 2023 met en évidence la menace croissante que représentent les risques d'incendies de forêt qui affectent ainsi l'ensemble des services socio-écologiques fournis par la forêt boréale. Les conséquences seront économiques, écologiques et sociales. Nous avons présenté ici quelques options disponibles qui pourraient être incluses dans une stratégie d'adaptation pour faire face à un avenir marqué par des saisons d'incendies plus intenses. Nous nous sommes concentrés sur la situation au Québec, mais nous sommes convaincus que les options présentées pourraient être utiles ailleurs dans la forêt boréale canadienne. Plus que jamais, nous avons besoin d'une discussion ouverte impliquant tous les acteurs du secteur forestier pour développer des plans d'action qui offrent des options concrètes et abordables pour faire face aux défis auxquels fait face la foresterie canadienne.

## References

**Aubry, K. B., Halpern, C. B., et C.E. Peterson 2009.** Variable-retention harvests in the Pacific Northwest: a review of short-term findings from the DEMO study. *Forest Ecology and Management*, 258(4), 398-408. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2009.03.013>.

**Baltzer, J.L., Day, N.J., Walker, X.J., Greene, D., Mack, M.C., Alexander, H.D., Arseneault, D., Barnes, J., Bergeron, Y., Boucher, Y., Bourgeau-Chavez, L., Brown, C.D., Carrière, S., Howard, B.K., Gauthier, S., Parisien, M.A., Reid, K.A., Rogers, B.M., Roland, C., Sirois, L., Stehn, S., Thompson, D.K., Turetsky, M.R., Veraverbeke, S., Whitman, E., Yang, J., et J.E. Johnstone 2021.** Increasing fire and the decline of fire adapted black spruce in the boreal forest. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2021 Nov 9;118(45): <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.2024872118>

**Barrette, M., Boucher, Y., Dumais, D., et I. Auger 2022.** Clear-cutting without additional regeneration treatments can trigger successional setbacks prolonging the expected time to compositional recovery in boreal forests. *European Journal of Forest Research*, 141(4), 629-639. <http://dx.doi.org/10.1007/s10342-022-01465-5>.

**Bergeron, Y., Cyr, D., Girardin, M. P., et C. Carcaillet 2010.** Will climate change drive 21st century burn rates in Canadian boreal forest outside of its natural variability: collating global climate model experiments with sedimentary charcoal data. *International Journal of Wildland Fire*, 19(8), 1127-1139. <http://dx.doi.org/10.1071/WF09092>.

**Boucher, D., Gauthier, S., Thiffault, N., Marchand, W., Girardin, M., et M. Urli 2020.** How climate change might affect tree regeneration following fire at northern latitudes: a review. *New Forests*, 51(4), 543-571. <http://dx.doi.org/10.1007/s11056-019-09745-6>

**Boulanger, Y., Gauthier, S., et P.J. Burton 2014.** A refinement of models projecting future Canadian fire regimes using homogeneous fire regime zones. *Canadian Journal of Forest Research*, 44(4), 365-376. <http://dx.doi.org/10.1139/cjfr-2013-0372>

**Boychuk, D., et D.L. Martell 1996.** A multistage stochastic programming model for sustainable forest-level timber supply under risk of fire. *Forest Science*, 42(1), 10-26

**Carcaillet, C., Richard, P. J., Bergeron, Y., Fréchette, B., et A.A. Ali 2010.** Resilience of the boreal forest in response to Holocene fire-frequency changes assessed by pollen diversity and population dynamics. *International Journal of Wildland Fire*, 19(8), 1026-1039. <http://dx.doi.org/10.1071/WF09097>.

**Chavardès, R.D., Daneyrolles, V., Portier, J., Girardin, M.P., Gaboriau, D.M., Gauthier, S., Drobyshev, I., Cyr, D., Wallenius, T. et Y. Bergeron 2022.** Converging

and diverging burn rates in North American boreal forests from the Little Ice Age to the present. *International Journal of Wildland Fire*. 31(12) 1184-1193.

<https://doi.org/10.1071/WF22090>.

**Chen, H. Y., Vasiliauskas, S., Kayahara, G. J., et T. Ilisson 2009.** Wildfire promotes broadleaves and species mixture in boreal forest. *Forest Ecology and Management*, 257(1), 343-350. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2008.09.022>

**Couillard, P.-L, M. Bouchard, J. Laflamme et F. Hébert 2022.** Zonage des régimes de feux du Québec méridional. Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière. Mémoire de recherche forestière no 189. 23 p.

**Cyr, D., Gauthier, S., Bergeron, Y., et C. Carcaillet 2009.** Forest management is driving the eastern North American boreal forest outside its natural range of variability. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 7(10), 519-524.

<http://dx.doi.org/10.1890/080088>

**Cyr, D., Splawinski, T. B., Pascual Puigdevall, J., Valeria, O., Leduc, A., Thiffault, N. et S. Gauthier 2022.** Mitigating post-fire regeneration failure in boreal landscapes with reforestation and variable retention harvesting: At what cost? *Canadian Journal of Forest Research*, 52(4), 568-581. <http://dx.doi.org/10.1139/cjfr-2021-0180>

**Daniel, C. J., Ter-Mikaelian, M. T., Wotton, B. M., Rayfield, B., et M.J. Fortin 2017.** Incorporating uncertainty into forest management planning: Timber harvest, wildfire and climate change in the boreal forest. *Forest Ecology and Management*, 400, 542-554.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2017.06.039>

**Forestier en chef (FEC), 2022.** Analyse des risques de feux de forêt dans la région Nord-du-Québec, Roberval, Québec, 18 pages.

**Forestier en chef (FEC), 2023(a).** Recommandation d'une mise à jour à la suite des feux de forêt de 2023, Roberval, Québec, 8 pages.

**Forestier en chef (FEC), 2023(b).** Effet des feux de forêt 2023 sur la régénération naturelle des peuplements affectés. Roberval, Québec, 19 pages.

**Forestier en chef (FEC), 2023(c).** Conseil du Forestier en chef. Changements climatiques : Réflexion sur notre aménagement forestier. 5 septembre 23.

<https://forestierenchef.gouv.qc.ca/nouvelles-communiqués-de-presse/changements-climatiques-et-feux-de-foret/> (consulté le 6 avril 2024).

**Girardin, M. P., and A. Terrier, A. 2015.** Mitigating risks of future wildfires by management of the forest composition: an analysis of the offsetting potential through boreal Canada. *Climatic Change*, 130, 587-601. <http://dx.doi.org/10.1007/s10584-015-1373-7>

**Gouvernement du Québec, 2024.** Démarche de réflexion sur l'avenir de la forêt du Québec. <https://consultation.quebec.ca/processes/avenir-foret> (consulté le 6 avril 2024)

**Greene, D.F., Gauthier, S., Noël, J., Rousseau, M. et Y. Bergeron. 2006.** A field experiment to determine the effect of post-fire salvage on seedbeds and tree regeneration. *Research communications, Frontiers in ecology and environment* 4(2): 69-74. [http://dx.doi.org/10.1890/1540-9295\(2006\)004%5B0069:AFETDT%5D2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1890/1540-9295(2006)004%5B0069:AFETDT%5D2.0.CO;2)

**Jasinski, J. P., et S. Payette 2005.** The creation of alternative stable states in the southern boreal forest, Quebec, Canada. *Ecological Monographs*, 75(4), 561-583.  
<http://dx.doi.org/10.1890/04-1621>

**Leduc, A., Bernier, P. Y., Mansuy, N., Raulier, F., Gauthier, S., et Y. Bergeron 2015.** Using salvage logging and tolerance to risk to reduce the impact of forest fires on timber supply calculations. *Canadian Journal of Forest Research*, 45(4), 480-486.  
<http://dx.doi.org/10.1139/cjfr-2014-0434>

**Le Goff, H. L., et L. Sirois 2004.** Black spruce and jack pine dynamics simulated under varying fire cycles in the northern boreal forest of Quebec, Canada. *Canadian Journal of Forest Research*, 34(12), 2399-2409.

**Martínez Pastur, G.J., Vanha-Majamaa, I. et J.F. Franklin 2020.** Ecological perspectives on variable retention forestry. *Ecol Process* 9 (1), 12.  
<https://doi.org/10.1186/s13717-020-0215-3>

**Messier, C. 2024.** Pourquoi pas un plan Marshall pour nos forêts ? La Presse 9 juin 2023.

**Ministère des Ressources naturelles du Québec, 2013.** Rapport du Comité scientifique chargé d'examiner la limite nordique des forêts attribuables. Secteur des forêts. 148 p. + 6 annexes.

**Pau, M. 2023.** Influence du changement climatique sur la pessière du Québec de part et d'autre de la limite nordique d'attribution des forêts » Ph.D. Thesis. Montréal (Québec, Canada), Université du Québec à Montréal, Doctorat en sciences de l'environnement.

**Perrault-Hébert, M., Boucher, Y., Fournier, R., Girard, F., Auger, I., Thiffault, N., et F. Grenon 2017.** Ecological drivers of post-fire regeneration in a recently managed boreal forest landscape of eastern Canada. *Forest ecology and management*, 399, 74-81. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2017.05.026>

**Riopel, A. 2023.** De vastes pans de la forêt boréale n'arriveront pas à se régénérer. **Le Devoir, 25 août 2023**

**Stevens-Rumann, C.S., Prichard, S.J., Whitman, E., Parisien, M.-A. et A.J.H. Meddens 2022.** Considering regeneration failure in the context of changing climate and disturbance regimes in western North America. *Canadian Journal of Forest Research*. 52(10): 1281-1302. <https://doi.org/10.1139/cjfr-2022-0054>

**Savage, D. W., Martell, D. L., et B.M. Wotton 2010.** Evaluation of two risk mitigation strategies for dealing with fire-related uncertainty in timber supply modelling. *Canadian Journal of Forest Research*, 40(6), 1136-1154. <http://dx.doi.org/10.1139/X10-065>

**Splawinski, T., Schab, A., Leduc, A., Valeria, O., Cyr, D., Puigdevall, J., 2019 a.** Ajustement des stratégies de production de bois dans certaines portions sensibles de la forêt boréale. Chaire industrielle CRSNG-UQAT-UQAM en aménagement forestier durable. Rouyn-Noranda, Canada. pp. 1–120.

**Splawinski, T. B., Cyr, D., Gauthier, S., Jetté, J. P., et Y. Bergeron 2019b.** Analyzing risk of regeneration failure in the managed boreal forest of northwestern Quebec. *Canadian Journal of Forest Research*, 49(6), 680-691. <http://dx.doi.org/10.1139/cjfr-2018-0278>

**Wang, X., Studens, K., Parisien, M. A., Taylor, S. W., Candau, J. N., Boulanger, Y., et M.D. Flannigan 2020.** Projected changes in fire size from daily spread potential in

Canada over the 21st century. *Environmental Research Letters*, 15(10), 104048.

<http://dx.doi.org/10.1088/1748-9326/aba101>