

Mémoire du Centre d'étude de la forêt

*Concernant le projet de Stratégie d'adaptation de la gestion et
de l'aménagement des forêts aux changements climatiques*

*Présenté au Ministère des Forêts, de la Faune
et des Parcs du Québec*



20 décembre 2021

Comité de rédaction du mémoire du Centre d'étude de la forêt :

Bouchard, Mathieu Professeur (U. Laval)	Maheu, Audrey Professeure (UQO)
Boucher, Jean-François Professeur (UQAC)	Marquis, Benjamin Postdoctorant (UQAT)
Boulanger, Yan Professeur associé (UQAR)	Messier, Christian Professeur (UQAM/UQO)
Cavard, Xavier Professeur (UQAT)	Munson, Alison Professeure (U. Laval)
Doyon, Frédéric Professeur (UQO)	Tremblay, Junior A. Chercheur (Environnement et Changement Climatique Canada)
Drapeau, Pierre Professeur (UQAM)	Villemaire-Côté, Olivier Doctorant (U. Laval)
Filotas, Elise Professeure (TÉLUQ)	
Fouqueray, Timothée Postdoctorant (UQO)	
Jutras, Sylvain Professeur (U. Laval)	
Kneeshaw, Daniel Professeur (UQAM)	
Krause, Cornelia Professeure (UQAC)	
Leduc, Alain Professeur associé (UQAM/UQAT)	

Table des matières

Le CEF, son expertise et ses réalisations	1
Introduction.....	3
1. Un cadre d'évaluation de la Stratégie déficient	4
2. Intégration de la Stratégie aux différents services écosystémiques de la forêt	6
<i>Atténuation des changements climatiques grâce au secteur forestier</i>	<i>6</i>
<i>Synergies potentielles entre les différents services écosystémiques</i>	<i>7</i>
3. La prise en compte des risques accrus dans la prise de décision	9
4. Opérationnaliser les connaissances déjà acquises et prioriser les besoins en recherche..	17
5. Améliorer le suivi, arrimer les interventions et moduler la gouvernance	20
6. Politique de gestion des chemins multiusagers.....	24
Conclusions.....	28
Références	32
Annexe.....	36
<i>Augmentation des feux de forêts.....</i>	<i>36</i>
<i>Vulnérabilité accrue aux insectes ravageurs</i>	<i>36</i>

Le CEF, son expertise et ses réalisations

Le Centre d'étude de la forêt (CEF), un regroupement stratégique soutenu financièrement par le Fonds de recherche du Québec Nature-Technologies (FRQNT), est heureux de profiter de cette consultation sur la Stratégie d'adaptation de la gestion et de l'aménagement des forêts aux changements climatiques (ci-après appelée "la Stratégie") du Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP) du Québec pour faire part de ses réflexions et pistes de solutions quant au devenir de la forêt publique québécoise face au défi planétaire posé par les changements climatiques.

Le CEF réunit l'ensemble de l'expertise scientifique œuvrant en forêt au Québec. Il regroupe 75 chercheuses et chercheurs qui œuvrent dans onze institutions académiques (Laval, UQAM, UQAT, McGill, Sherbrooke, UdeM, Concordia, UQAR, UQO, TÉLUQ et UQAC) ainsi que plus de 60 collaborateurs et collaboratrices de plusieurs autres organisations gouvernementales québécoises et canadiennes, de même qu'étrangères. Il œuvre dans les domaines de la biologie, de l'écologie et de l'aménagement de la forêt en rassemblant des chercheurs et chercheuses en pédologie, en écophysiologie, en écologie animale et végétale, en mycologie, en microbiologie, en génétique, en génomique, en entomologie, en pathologie végétale, en écologie du paysage, en forêt urbaine, en télédétection, en modélisation de la dynamique forestière, en sylviculture intensive, en l'aménagement forestier, ainsi que de l'atténuation des émissions de gaz à effets de serre (GES) par les forêts et de leur adaptation face aux changements climatiques. Ce lien entre divers champs disciplinaires autour de l'objet "forêt" favorise une vision d'ensemble fondée sur une intégration entre la compréhension du rôle fonctionnel des organismes et des processus dynamiques dans les écosystèmes forestiers et la conception d'alternatives innovatrices en matière d'aménagement durable des forêts. L'unicité et la force de ce regroupement reposent donc sur des savoirs intégrés de la forêt qui conduisent à des approches innovantes d'aménagement écosystémique des grands territoires forestiers publics.

La mission scientifique du CEF est de comprendre le fonctionnement et la dynamique des écosystèmes forestiers, tant dans les interactions entre ses composantes biophysiques, que dans l'étude de leur biologie propre, pour en faire l'assise du développement de stratégies d'aménagement durables et de pratiques sylvicoles innovantes. Basée sur ces connaissances

scientifiques, la principale mission sociale du CEF est de former du personnel hautement qualifié dans les domaines rattachés aux axes de sa programmation de recherche et de contribuer de façon active au transfert des connaissances auprès de ses partenaires et du public.

Le CEF en est à son 3^e cycle de financement du FRQNT et a atteint une maturité tant dans sa mission scientifique que dans son apport à la mobilisation de la connaissance auprès de la société québécoise. Depuis plus de quinze ans, ce regroupement offre une opportunité exceptionnelle d'intégration des ressources humaines et physiques présentes pour un secteur clé du Québec, la forêt. Au Québec, aucun autre regroupement n'a pour mission centrale la recherche scientifique et la formation de haut niveau sur la forêt. Au Canada, il n'existe aucun regroupement interuniversitaire œuvrant sur la forêt depuis la fin du Réseau des centres d'excellence en gestion durable des forêts, auquel un important contingent de membres du CEF a activement participé.

Sur la scène québécoise, le CEF a, depuis sa création, joué un rôle prépondérant auprès du gouvernement dans le développement des principes et des approches écosystémiques d'aménagement durable de la forêt publique (Gauthier *et al.* 2008). Il a activement contribué aux travaux conduisant à la première limite nordique des forêts attribuables fondée sur des données scientifiques probantes (MRNQ 2013). De plus, il a favorisé le développement de la sylviculture intensive adaptée au contexte du Québec par le biais du Réseau ligniculture Québec (RLQ) et plus récemment du Réseau Reboisement et Ligniculture Québec (2RLQ). Enfin en 2017, les membres du CEF ont fait partie du comité d'experts mandaté par le MFFP pour se pencher sur la question de l'aménagement écosystémique des forêts dans le contexte des changements climatiques (Comité d'experts sur l'aménagement écosystémique des forêts et les changements climatiques, 2017).

Sur la scène internationale, les initiatives de recherche menées par le CEF ont permis des percées scientifiques majeures comme en témoigne le classement de l'UQAM et de l'Université Laval parmi les dix meilleures universités dans le monde pour leur production scientifique en foresterie au cours des dix dernières années par le Center for World University Ranking.

Le secteur forestier demeure un domaine stratégique pour le développement du Québec. Une condition essentielle au maintien de la position du Québec sur l'échiquier international tient au soutien de l'excellence de la recherche en sciences forestières (biologie, écologie et génie

forestier). En ce sens, le CEF s'avère être un levier central dans le développement de l'innovation, de la création de richesse et de la croissance du Québec. La recherche sur la forêt contribue directement à la capacité du Québec à maintenir, de manière écologiquement responsable, son statut d'exportateur de classe mondiale de produits ligneux. Dans le contexte des changements climatiques et phénomènes qui lui sont rattachés comme les invasions biologiques, la perte et la fragmentation des habitats, et la crise de la biodiversité, l'expertise interdisciplinaire du CEF revêt une importance stratégique de premier plan.

Introduction

Tout d'abord, nous saluons l'élaboration d'une stratégie d'adaptation de la gestion et de l'aménagement des forêts aux changements climatiques par le MFFP. En effet, une pléthore d'études effectuées au Québec démontre que pratiquement tous les domaines de la gestion et de la planification forestière sont susceptibles d'être confrontés à plusieurs défis en raison des changements climatiques, qu'il s'agisse des opérations forestières, de l'élaboration et de la mise en œuvre de stratégies d'aménagement forestier ou de la gestion des perturbations naturelles. Les pratiques actuellement mises de l'avant dans les forêts québécoises ont été développées sur la base d'un climat stable et les changements climatiques représentent donc un défi pour les concepts et les pratiques forestières.

Actuellement, une stratégie d'aménagement durable des forêts (SADF) fondée sur le concept d'aménagement écosystémique est utilisée au Québec pour aménager les forêts sur les terres publiques. La SADF vise à réduire les écarts entre la forêt aménagée et la forêt préindustrielle pour rencontrer les critères de l'aménagement forestier durable entérinés par le gouvernement du Québec et énoncés à l'article 3 de la Loi sur l'aménagement durable du territoire forestier (Gouvernement du Québec, 2010). Le concept d'aménagement écosystémique agit comme filtre brut notamment en contribuant à promouvoir des écosystèmes en santé et à conserver leur biodiversité, tout en maintenant un approvisionnement durable en bois. Il constitue depuis une dizaine d'années un fondement pivot du régime forestier au Québec. Il a permis de mettre en place des mesures plus efficaces pour maintenir la biodiversité. Il contribue également à maintenir une meilleure résilience des écosystèmes face aux changements en conservant une plus grande diversité et en préservant la capacité des écosystèmes à opérer les processus écologiques fondamentaux.

Compte tenu de ces caractéristiques, la SADF peut donc constituer une stratégie pertinente afin d'atténuer les effets des changements climatiques sur les forêts en renforçant leur résilience. C'est d'ailleurs ce qu'un comité d'experts (largement constitué de membres du CEF), consulté par le MFFP, a conclu (Comité d'experts sur l'aménagement écosystémique dans le contexte des changements climatiques, 2017). Toutefois, l'ampleur et la rapidité des changements indiquent qu'il faut aller plus loin en aidant la nature à s'adapter de manière à permettre le maintien des services socio-écologiques attendus de la forêt. Il faut donc passer à une autre étape pour bien cerner les enjeux émergents et renforcer la résilience naturelle des écosystèmes au moyen de pratiques novatrices aptes à atténuer l'impact des changements climatiques sur plusieurs services écosystémiques. Plusieurs options d'adaptation peuvent donc être envisagées, allant d'options favorisant la persistance de certains types de peuplements à celles privilégiant la gestion du changement.

Dans les prochaines sections, nous exposons les défis auxquels le secteur forestier sera confronté, de même que les pistes de solutions (recommandations) fondées sur notre expertise scientifique, pour que le Québec maintienne ses engagements en matière d'aménagement durable, en fonction des atténuations et adaptations possibles pour la forêt et de sa gestion face aux changements climatiques.

1. Un cadre d'évaluation de la Stratégie déficient

En parcourant le document de consultation, nous sommes d'abord étonnés de constater que la Stratégie ne présente pas, en ouverture, le cadre d'évaluation sur lequel elle s'appuie. Par exemple, l'approche *Vulnérabilité et Adaptation* du Groupe de travail II du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC, 2014), propose un tel cadre d'évaluation (Figure 1) qui a été longuement mûri et discuté sur la scène internationale mais également au Canada et au Québec. Cette approche demande de croiser des éléments d'exposition avec ceux de la vulnérabilité pour déterminer l'importance des impacts qui requièrent l'adoption de toute stratégie visant l'adaptation d'un système face aux changements climatiques. La dimension "adaptation" requiert de documenter la capacité d'adaptation du système, les mesures d'adaptation potentielles et les barrières à leur mise en œuvre. Un tel cadre structure l'action autour d'une stratégie d'adaptation. La Stratégie n'apparaît pas portée par une vision tactique claire qui est assortie d'un plan détaillé de mise en œuvre d'actions dont on peut saisir la portée tangible.

Pourtant, plusieurs guides ont été développés à cet effet, dont ceux du Conseil canadien des ministres des forêts, (CCMF), fondés sur les six critères de l'aménagement durable des forêts (CCMF, 1997).

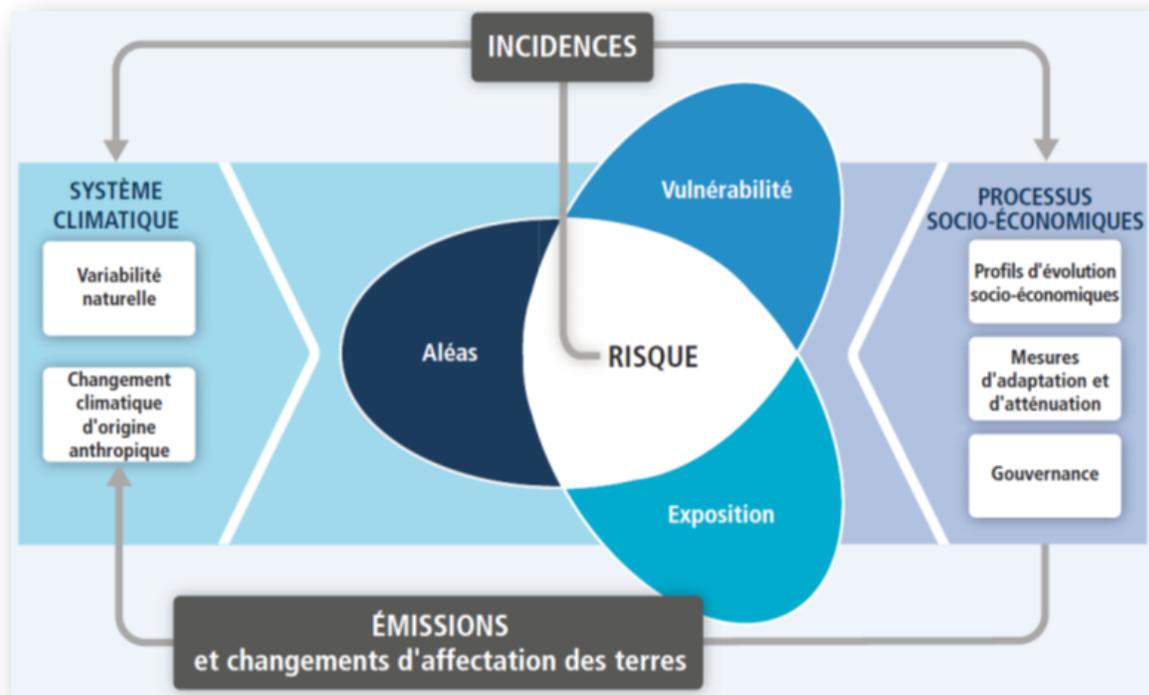


Figure 1. Composantes et facteurs déterminants du risque d'incidences qui sont liées au climat des systèmes anthropiques et naturels. Tiré du rapport du *GIEC - Changements climatiques 2014: incidences, adaptation et vulnérabilité*.

Recommandation 1 : Clarifier le cadre d'évaluation et la vision de la Stratégie

Nous demandons au MFFP de clarifier sa position en détaillant le cadre d'évaluation dans lequel sa Stratégie s'inscrit. Nous invitons le MFFP à baser ce cadre sur la littérature scientifique, sur les initiatives de projets-pilotes ayant eu cours au Québec et l'expertise d'organisations telles que le Consortium Ouranos sur les changements climatiques et l'adaptation pour structurer le développement de la stratégie d'adaptation. Il serait aussi opportun que ce cadre soit le même que celui utilisé par les autres ministères du Québec, et que l'approche soit partagée. De plus, le MFFP est appelé à reconnaître la nature socio-écologique du problème de l'adaptation des forêts aux changements climatiques et inclure des dimensions plus spécifiques quant à la capacité

d'adaptation des communautés forestières dépendantes, dont les peuples autochtones qui habitent une bonne partie de la forêt publique du Québec.

2. Intégration de la Stratégie aux différents services écosystémiques de la forêt

Le vocabulaire utilisé tout au long du document de consultation est révélateur du fort biais pour la production de matière ligneuse et la stratégie nationale de production de bois (MFFP, 2020), qui ont préséance sur les autres services rendus par les écosystèmes forestiers. Une telle orientation présente un risque d'incohérence par rapport aux autres enjeux de l'aménagement durable des forêts tels que le maintien de la biodiversité, les puits de carbone, la résistance et la résilience des écosystèmes, les usages non industriels des forêts (notamment par les communautés locales et autochtones), lesquels vont également être affectés par les bouleversements climatiques. Par ailleurs, la Stratégie s'attarde peu à l'enjeu du maintien de la biodiversité forestière si ce n'est qu'il est brièvement fait mention de la faune uniquement quant à sa "mise en valeur", soit son potentiel économique (chasse, piégeage, pêche). On passe sous silence le lien entre la Stratégie et l'importance écologique et socioculturelle de la biodiversité dans les écosystèmes forestiers, ce qui laisse songeur sur la capacité de la Stratégie à couvrir l'ensemble des enjeux inhérents à l'aménagement durable des forêts. Il est pourtant reconnu internationalement que la crise climatique et la crise de la biodiversité sont intrinsèquement liées et que par conséquent on ne peut aborder l'une sans considérer l'autre.

Atténuation des changements climatiques grâce au secteur forestier

Dans les sections générales de l'introduction, le MFFP affiche clairement sa volonté d'utiliser la forêt publique pour l'atténuation des GES dans le budget carbone global du Québec, et de combiner des stratégies d'adaptation et d'atténuation pour atteindre cet objectif. Cette intention est louable, mais est, encore ici, malheureusement mise à mal par l'assimilation presque totale de la dynamique du carbone forestier à la seule productivité ligneuse. En corollaire, la gestion du carbone en fonction des autres enjeux de l'aménagement durable des forêts dans les quatre axes de la Stratégie est très peu développée dans le document de consultation.

S'il est vrai que les produits du bois constituent un réservoir de carbone et que leurs effets de substitution sont importants dans la lutte contre les changements climatiques, les travaux récents sur l'utilisation des produits du bois dans la construction indiquent que les produits stockant le

carbone sur de longues durées ne représentent que 27% du bois récolté globalement (Ramage *et al.* 2017). La majorité du carbone récolté dans le bois n'est donc pas séquestré à long terme, à l'instar des produits papetiers. Combiné aux faibles taux de décomposition prévalant sur la majorité du territoire forestier québécois, cela fait en sorte qu'actuellement, les produits du bois ne sont pas systématiquement de meilleurs réservoirs de carbone que le bois mort de gros diamètre. Le MFFP a par le passé exprimé la nécessité pour le secteur forestier d'opérer un virage qualitatif, plus axé sur les produits du bois à longue durée de vie. Ce virage, additionné à une valorisation toujours plus perfectionnée des résidus de sciage, est effectivement nécessaire si l'industrie forestière veut apporter une contribution sérieuse à la lutte contre les changements climatiques, car couper une forêt boréale mature pour, par exemple, en faire principalement de la pâte à papier a peu de chances de présenter un bilan carbone avantageux, par exemple. Globalement, la récolte ligneuse soutenue s'additionne donc aux perturbations naturelles, résultant en une diminution des stocks de carbone dans l'écosystème, dont une partie est transférée à court, moyen ou long terme dans les produits du bois. Pour que le secteur forestier constitue un puits de carbone, il faut non-seulement s'assurer que le territoire aménagé capte efficacement le carbone atmosphérique, mais aussi compenser cette perte de stocks *in situ* en maximisant les bénéfices climatiques apportés par le carbone ainsi extrait du territoire (ex. par l'augmentation de la durée de stockage dans les produits, une meilleure gestion de leur fin de vie, et les effets de substitution). La bonne gestion du carbone forestier est par conséquent un délicat exercice d'équilibre entre les différents réservoirs que sont le couvert végétal, la matière organique des sols, le bois mort et les produits du bois, et cet équilibre va lui aussi être bouleversé par les changements climatiques.

Synergies potentielles entre les différents services écosystémiques

La forte priorisation de la production ligneuse dans la Stratégie proposée par le MFFP se fait au détriment des liens nécessaires à faire avec la Stratégie d'aménagement durable des forêts (SADF) du ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs du Québec (MFFP 2015), avec le concept d'aménagement écosystémique qui est au cœur de la SADF, ou encore avec les autres services de l'écosystème forestier. Par exemple, les orientations dans la SADF sur la conservation de la structure d'âge des paysages forestiers, des vieilles forêts et de leur composition peuvent augmenter la résistance et la résilience des peuplements, le maintien de la biodiversité, des puits de carbone et des volumes ligneux. On fait toutefois très peu état de comment les actions qui

découlent de ces orientations peuvent constituer des stratégies d'atténuation ou d'adaptation par rapport aux changements climatiques. Il en va de même pour l'enjeu de la bourse de carbone lié au maintien d'un couvert forestier en forêt publique à savoir comment un réinvestissement des crédits de carbone pourrait contribuer à la faisabilité économique de travaux sylvicoles d'adaptation aux changements climatiques en permettant de conserver ou même d'augmenter des puits de carbone. Ces synergies semblent être ignorées et plusieurs passages du document de consultation font allusion à des stratégies « comme la coupe partielle », sans plus d'indications du contexte de déploiement de ces pratiques sylvicoles ou de leur proportion par rapport l'usage généralisé de la coupe totale (CPRS) sur le territoire. Sans chiffres ni cibles, ces recommandations très générales ne permettent pas d'appuyer les décisions régionales. Par exemple, l'examen des plans d'aménagements forestiers intégrés tactiques (PAFIT) de 2018-2023 souligne l'écart entre les recommandations de diversification des coupes et la mise en œuvre réelle des itinéraires sylvicoles. Comme l'a aussi noté récemment le vérificateur général dans son analyse des travaux sylvicoles, l'absence de cibles ne facilite pas la mise en action durable de l'aménagement forestier écosystémique.

Recommandation 2 : Inclure l'ensemble des services de l'écosystème forestier à la Stratégie

Une approche intégrative de l'ensemble des services est nécessaire plutôt que de se concentrer uniquement sur la production ligneuse de la forêt pour évaluer les besoins d'atténuation et d'adaptation aux changements climatiques. Ce faisant, il sera possible de déterminer de façon ciblée le type d'aménagement forestier à effectuer et développer des scénarios de gestion incluant plusieurs situations « gagnant-gagnant » pour les différents services écosystémiques et les différents utilisateurs de la forêt. Par exemple, le maintien d'un plus grand couvert forestier dans les secteurs coupés facilite la régénération naturelle, complexifie la structure des peuplements, maintient une variété d'habitats pour la biodiversité, limite l'érosion des sols et augmente la capacité des peuplements à maintenir leur rôle dans les grands cycles écologiques planétaires (p. ex. cycle de l'eau, du carbone, etc.). De plus, les trois grandes stratégies du MFFP (la SADF, la présente Stratégie et la stratégie nationale de production de bois) doivent être intégrées afin d'exercer des actions synergiques et cohérentes, et ne doivent pas être développées en silos sous peine de mener à des actions qui pourraient avoir, les unes par rapport aux autres, des effets antagonistes et inefficaces.

3. La prise en compte des risques accrus dans la prise de décision

Dans la Stratégie, l'axe 2 a pour but d'améliorer la gestion du risque liée aux perturbations naturelles dans le contexte des changements climatiques. Les perturbations naturelles ont un impact important sur la dynamique des forêts du Québec. Des changements dans ces processus pourraient avoir de fortes conséquences sur les paysages forestiers et éventuellement sur leur résistance et leur résilience face aux changements climatiques. Comme pratiquement toutes les perturbations naturelles sont influencées par la météo ou le climat, tout changement dans les conditions climatiques affectera leur fréquence, leur étendue et leur sévérité. Il va donc de soi que les perturbations naturelles doivent occuper une place importante dans l'élaboration d'une stratégie d'atténuation et d'adaptation de la gestion et de l'aménagement des forêts aux changements climatiques au Québec et nous saluons leur inclusion dans l'axe 2 de la Stratégie.

Cependant, les trois objectifs visés dans cet axe ne semblent pas différents des objectifs déjà présents dans la stratégie nationale de production de bois et n'intègrent que très peu les effets néfastes des changements climatiques sur les écosystèmes forestiers tels que l'augmentation des sécheresses, des feux de forêts, des épidémies d'insectes, des gels-dégels l'hiver ou des gelées tardives au printemps. De plus, la Stratégie omet de considérer le risque engendré par l'effet cumulatif ou synergique des changements climatiques, des perturbations naturelles et de l'aménagement forestier sur la résilience des écosystèmes forestiers dans leur ensemble, et pas seulement sur la productivité ligneuse. La Stratégie proposée ne semble en fait pas prendre toute la mesure de l'importance du risque des stress et perturbations cumulés auquel la forêt québécoise est exposée. En place d'une véritable gestion du risque et d'intégration de ce dernier dans la planification forestière (incluant le calcul de la possibilité forestière), elle semble espérer pouvoir contrôler les perturbations naturelles, ce qui est illusoire sur la majorité du territoire forestier.

En plus d'un changement dans les régimes de perturbations naturelles (voir Annexes), diverses études ont montré que plusieurs processus physiologiques seront affectés par des températures plus élevées et une sévérité accrue des sécheresses, ce qui modifiera la productivité, la régénération, la phénologie, la croissance des tiges, la mortalité et, ultimement, la productivité des écosystèmes. Par ailleurs, l'occurrence de ravageurs à l'extérieur de leur aire de répartition historique pourrait entraîner une modification insoupçonnée de l'inflammabilité des paysages forestiers affectés. Par exemple, nous ne possédons actuellement aucune information sur les interactions feux-végétation

dans les pessières noires qui subissent actuellement une mortalité accrue suite au passage de la tordeuse des bourgeons de l'épinette. Des changements de composition et de structure des paysages forestiers ainsi qu'une réduction du volume de bois récoltable sont donc à prévoir pour l'ensemble de la forêt commerciale. Ces changements affecteront la capacité des écosystèmes à soutenir les taux de récolte actuels dans de nombreuses unités d'aménagement forestier au Québec. Ainsi, sous le scénario RCP 8.5, les pertes de biomasse récoltée pourraient varier entre 20 % et plus de 40 % d'ici 2100, selon les régions (FEC, 2020). En plus des pertes de volumes anticipés, on pourrait s'attendre à un changement dans la qualité de l'approvisionnement. Ainsi, en raison des changements dans la composition des forêts, il faut donc s'attendre à une plus grande prédominance des espèces feuillues (notamment de feuillus intolérants suite à l'augmentation des perturbations) dans les volumes récoltés, tandis que l'augmentation des perturbations, notamment dans la forêt boréale, pourrait obliger l'industrie à recourir de plus en plus à du bois de récupération, lequel est de plus faible qualité.

En tout et pour tout, ces impacts devraient sérieusement affecter la chaîne de valeur de l'approvisionnement. Tels que mentionné précédemment, des ruptures de stocks et des réductions importantes des volumes récoltables pourraient se produire. Une plus grande proportion de bois feuillus ou de bois de récupération pourrait nécessiter des innovations afin d'utiliser efficacement ces produits dans la lutte contre les changements climatiques en permettant des usages à plus longue durée de vie. Ces pertes en qualité et en volumes récoltés, en particulier provenant des peuplements de conifères, sont susceptibles d'influencer les prix sur le marché et les exportations, ce qui, à son tour, aurait un impact sur la santé économique de la province.

Ces considérations apparaissent contradictoires avec les augmentations de productivité prévues dans la présente Stratégie de même que dans la stratégie nationale de production du bois (MFFP, 2020). En considérant pouvoir prélever plus de bois et profiter des "occasions positives" reliées aux changements climatiques, la vision présentée dans la Stratégie, notamment à l'axe 3 en est une de court terme et s'oppose directement à l'objectif de l'axe 2 qui consiste à améliorer la gestion du risque de manière globale et dynamique sur une longue période pour veiller à la pérennité des écosystèmes forestiers. Par ailleurs, en s'appuyant sur un calcul de possibilité forestière qui ne prend pas en compte le feu et les épidémies d'insectes ravageurs, on surestime la possibilité forestière, favorisant par conséquent l'augmentation de la récolte extensive de la forêt, et en

corollaire, l'augmentation des superficies couvertes par des jeunes peuplements équiens, accroissant d'autant la vulnérabilité du territoire aux accidents de régénération induits par la combinaison des perturbations anthropiques et naturelles. Un maintien des niveaux de récolte actuels (et à plus forte raison leur augmentation) entraînerait des ruptures de stock fréquentes et prolongées en cas de hausse importante des températures moyennes et maximales et d'une hausse du taux de brûlage des forêts (Van Wagner 1983; Reed et Erico, 1986; Martell, 1994). La probabilité que ces ruptures des stocks surviennent dépend du cycle de feu d'un territoire donné et du niveau de coupe choisi. Cette information est aisément disponible dans la littérature scientifique (Gauthier *et al.*, 2015, 2019).

La faible prise en compte du risque relié aux changements climatiques minimise donc l'erreur inévitable entourant le calcul de la possibilité forestière et remet en question la réelle capacité du MFFP à atteindre les objectifs de la Loi sur l'aménagement durable du territoire forestier (Gouvernement du Québec, 2010). De surcroît, même les actions concrètes proposées restent nébuleuses, ce qui sème un doute quant à la mise en place rapide d'une quelconque stratégie. Par exemple l'action 2.1.3 qui stipule vouloir établir les priorités de lutte contre les perturbations naturelles, mais ne fait aucune mention des changements climatiques et reste vague quant aux "valeurs forestières" qui seront priorisées. Dans ce contexte, on peine à suivre la cohérence des actions gouvernementales entre la présente Stratégie qui doit intégrer les risques de perte de résilience et de productivité des forêts et la stratégie nationale de production de bois (MFFP, 2020) qui elle, vise à doubler les volumes récoltés d'ici 2080.

Recommandation 3 : Intégrer explicitement et a priori les risques de perturbations et leurs interactions dans les plans d'aménagement et dans le calcul de la possibilité forestière

Cette recommandation fait directement écho à l'une des recommandations du comité d'experts consulté par le MFFP en 2017 concernant la mise à jour de l'approche d'aménagement écosystémique des forêts dans le contexte des changements climatiques, laquelle recommandait de poursuivre les efforts pour inclure les risques de perturbations naturelles dans la planification forestière stratégique. Plusieurs études suggèrent par exemple que la réduction des niveaux de récolte *a priori* et la constitution d'un "fonds de réserve" pourrait contribuer à stabiliser l'approvisionnement en bois à long terme dans les régions où les feux sont présentement

importants, de même que pour celles où l'on prévoit une augmentation des feux. L'efficacité de cette solution a été reconnue par le Bureau du Forestier en chef (BFEC), qui l'a appliquée dans quelques unités d'aménagement caractérisées par une forte activité historique des incendies. Sachant que les risques posés par les feux, les autres perturbations naturelles ainsi que les espèces envahissantes sont susceptibles de s'accroître dans un contexte de changements climatiques, le MFFP devrait envisager l'application du concept de réserves forestières à d'autres unités d'aménagement forestier. Outre la stabilisation des approvisionnements, l'utilisation de fonds de réserve pourrait aider le MFFP à réduire les risques posés par les changements climatiques pour l'atteinte d'autres objectifs comme la séquestration du carbone et le maintien de la biodiversité, notamment des espèces en péril (p. ex.: caribou forestier). En plus d'un fond de réserve, la stratégie devrait aussi considérer un facteur de correction dans le calcul de la possibilité des régions où l'on prévoit une forte activité des feux en raison de l'augmentation des accidents de régénération.

Les objectifs 2 et 3 de la stratégie nationale de production de bois concernent le souci d'assurer la rentabilité des investissements sylvicoles et la gestion des risques. Par conséquent nous recommandons la prise en compte de l'effet des feux actuels et futurs sur la vulnérabilité des peuplements ayant profité d'importants investissements sylvicoles, en particulier les plantations, dans les régions susceptibles de connaître une importante activité des feux. En effet, les feux dans ce contexte ne peuvent que mettre en péril la rentabilité des stratégies d'investissements sylvicoles et compromettre l'atteinte des cibles de production de bois. Il est donc plus que raisonnable d'appliquer une hypothèse de perte de plantations en fonction des cycles de feu actuels et futurs. Ceci constitue un élément particulier à considérer dans l'ajustement du niveau de coupe pour tenir compte des feux.

La récolte de peuplements affectés par les perturbations naturelles entraîne une augmentation des coûts associés à la récolte et à la remise en production des peuplements, de même qu'une baisse de valeur des bois récoltés. De plus, parmi les peuplements affectés, une certaine proportion doit être laissée sur pied pour maintenir des habitats importants pour certaines espèces sensibles. Nous recommandons que le MFFP poursuive la mise en place de lignes directrices encadrant la récolte des peuplements affectés par différents types de perturbations qui sont susceptibles de se produire dans un contexte de changements climatiques, et qu'il se dote d'outils de planification facilitant une intervention rapide et efficace lorsque ces perturbations surviennent, tenant compte à la fois

des enjeux écologiques et économiques. Le MFFP dispose présentement de documents d'orientations en lien avec la récolte des peuplements affectés par le feu et la tordeuse des bourgeons de l'épinette (Nappi *et al.*, 2011; MFFP, 2014) qui peuvent constituer rapidement les bases de lignes directrices spécifiques à adopter dans les forêts perturbées naturellement qui font l'objet d'une récolte post-perturbation. De plus, dans un contexte de changements climatiques plusieurs modèles développés récemment ou en cours de développement par des membres du CEF pourront d'ailleurs contribuer à améliorer la prise de décision lors de ces exercices.

Recommandation 4 : Arrimer la stratégie nationale de production de bois à la Stratégie d'adaptation des forêts aux changements climatiques

Les changements climatiques introduisent une incertitude importante pour les approvisionnements ligneux, particulièrement dans les régions nordiques risquant d'être affectées par une augmentation de la fréquence et de l'intensité des perturbations, ou encore pour les espèces ou populations d'arbres moins bien adaptées à tolérer différentes formes de stress. La stratégie de production de bois doit être repensée et adaptée afin de prendre en compte ces risques.

Parmi les avenues possibles permettant de compenser en partie les baisses de rendement ligneux sur la majorité du territoire, il pourrait être pertinent d'avoir recours à un aménagement intensif en établissant des plantations avec des espèces et des provenances adaptées au climat futur sur certaines portions définies du territoire, notamment les terres en friches. Ces portions de territoire doivent être identifiées en tenant compte des enjeux sociaux, écologiques et économiques propres à chaque région. L'utilisation de plantations à croissance rapide permettraient un maintien partiel de la productivité forestière à l'échelle régionale, tout en minimisant la période durant laquelle les peuplements sont exposés à l'occurrence d'événements extrêmes. En fonction de leur acceptabilité sociale et de notre capacité à bien gérer les risques de perturbations naturelles, ces plantations devraient être établies à proximité des secteurs habités et des usines de transformation pour à la fois réduire les distances de transport et l'empreinte de carbone, tout en facilitant la protection contre les feux et insectes ravageurs. Une meilleure synergie entre la production de bois en forêt publique et en forêt privée pourrait également aider à atténuer certains impacts des changements climatiques sur les approvisionnements.

Recommandation 5 : Diversifier les pratiques sylvicoles pour diversifier les paysages forestiers et augmenter leur résilience

Les stratégies d'aménagement et pratiques sylvicoles qui renforcent la diversité et la complexité dans la structure et la composition des forêts, par exemple en augmentant la proportion de nos forêts aménagées par des coupes partielles ou en appliquant une plus longue période de révolution, pourraient contribuer à améliorer la résilience des forêts face aux impacts des changements climatiques en maintenant davantage d'arbres semenciers sur pied qui favorisent le rétablissement d'un couvert forestier dense après perturbation naturelle. Par ailleurs, l'allongement de la révolution permettrait de produire de billes de plus fort calibre avec une plus grande valeur marchande tout en réduisant le taux de récolte, qui contribuerait au maintien des autres valeurs de la forêt.

De plus, un plus faible taux de récolte résultant d'une combinaison de réserves forestières, d'un recours plus soutenu à une foresterie sous couvert, et d'une plus longue période de révolution, pourrait limiter le déclin de la biodiversité associés aux habitats matures. De récents résultats montrent en effet que la récolte par agglomération de coupes totales (CPRS) est le plus important facteur responsable du déclin futur de l'habitat du caribou forestier, à court et à moyen terme, indépendamment des changements climatiques. Une réduction des activités de récolte dans les zones où la qualité de l'habitat est actuellement élevée pourrait contribuer à maintenir une qualité élevée de l'habitat même sous des scénarios de changements climatiques plus intenses. En outre, des mesures supplémentaires, notamment la fermeture des routes forestières (voir p. ex. Nellemann *et al.* 2010; Lacerte *et al.* 2021), permettrait de rétablir la qualité de l'habitat à des valeurs supérieures à celles qui prévalent actuellement pour la plupart des populations, même sous très forte augmentation des températures. Une réduction substantielle de la récolte et l'instauration de zones protégées atténueraient grandement la perte de vieux peuplements de conifères qui sont d'une grande qualité pour le caribou, mais aussi pour une pléthore d'autres espèces associées aux forêts matures et âgées (Tremblay *et al.* 2018; Regos *et al.* 2018), nonobstant l'augmentation de l'activité des feux induite par les changements climatiques. À ce sujet, soulignons que malgré des cycles de feux relativement courts notamment sur le territoire du Nord-du-Québec, on observe toujours une proportion en forêts mûres et surannées épargnées par le feu et qui possèdent une très grande importance pour la faune, notamment pour des espèces en péril. La prise en compte de ces

changements dans l'habitat des espèces devrait être explicite dans la Stratégie. Ces mesures d'adaptation devraient ainsi refléter les exigences légales du gouvernement en matière de conservation en lien avec la Loi Canadienne sur les espèces en péril et la Loi sur les espèces menacées ou vulnérables du Québec.

Certaines des solutions d'adaptation peuvent provenir directement des stratégies de gestion actuelles et pourraient être utilisées comme leviers d'action. Il peut s'agir d'actions sylvicoles ciblées, de l'optimisation de la planification des opérations forestières actuelles ou en mettant à profit les zones de conservation actuelles. De telles pratiques forestières sous couvert font partie de l'arsenal de pratiques sylvicoles diversifiées qui sont portées par le concept d'aménagement écosystémique et qui ont été souvent proposées par la communauté scientifique du CEF, notamment lors de la production de l'ouvrage *Aménagement Écosystémique en forêt boréale*, produit par un collectif de membres du CEF (Gauthier *et al.* 2008).

Recommandation 6 : Considérer l'inflammabilité des paysages forestiers, leur priorisation et la protection civile

L'aménagement forestier a la capacité d'affecter l'inflammabilité du paysage. Une réflexion devrait ainsi être entamée afin d'estimer l'inflammabilité des paysages forestiers en fonction des aménagements historiques et projetés et des changements climatiques, notamment dans les régions où le risque de feu augmentera substantiellement. Par exemple, favoriser la régénération feuillue après coupe dans certains secteurs permettrait de réduire à moyen et long terme l'inflammabilité des paysages tout en respectant les processus de succession écologique post-perturbation. Cette stratégie pourrait aussi amener une plus grande résilience des paysages forestiers à certains ravageurs, notamment la tordeuse des bourgeons de l'épinette. Évidemment, cette prise en compte du risque de feu à l'échelle du paysage devra être intégrée à l'évaluation d'autres valeurs écosystémiques afin d'éviter, autant que faire se peut, une altération concomitante de ces valeurs (p. ex. : sur la biodiversité). De même, une attention particulière à la prise en compte de l'inflammabilité des territoires forestiers à l'échelle du paysage lors de la planification forestière pourrait être de mise afin de réduire l'exposition des valeurs à risque, en partenariat notamment avec la SOPFEU, la Sécurité civile, les Premières Nations et les organismes gouvernementaux (p.

ex. : Hydro-Québec). L’instauration de pratiques forestières adaptées, dites “Intelli-feu” (*FireSmart*), devraient être envisagées à proximité de ces valeurs.

Recommandation 7 : Adapter le choix des essences utilisées en reboisement

À quelques reprises dans les axes 2 et 3 du document de consultation, le MFFP montre une ouverture quant au recours et à l’utilisation accrue de nouvelles essences plus adaptées aux nouvelles conditions climatiques, notamment les essences feuillues, et ce où les conditions édaphiques le permettent. Sans pour autant réduire l’entièreté de la Stratégie à cette fin, nous encourageons le Ministère à emprunter cette voie car les feuillus présentent des avantages en termes de résistance à la sécheresse, aux feux, et aux ravageurs les plus importants.

La composition forestière s’est au fil des millénaires toujours naturellement ajustée aux variations du climat au fil des millénaires. La rapidité des changements actuels peut cependant nécessiter une intervention humaine allant dans le sens de cette adaptation (p. ex. : migration assistée), et ne devrait surtout pas de forcer le maintien d’une proportion excessive d’espèces moins adaptées en raison de l’inertie du secteur forestier. Par conséquent, nous appuyons l’idée d’adapter le choix des essences ou des provenances utilisées en reboisement de façon à limiter les risques que les investissements consentis pour la production de plants et leur mise en terre ne mènent à des peuplements mésadaptés. La modification de la structure industrielle proposée par les actions 3.3.1 et 3.3.2 pourrait permettre à l’industrie forestière de développer et de mettre en œuvre rapidement des procédés permettant d’obtenir des produits de qualité à partir d’essences différentes et plus diversifiées que celles qu’elle a traditionnellement utilisées. Nous soulignons que cette recommandation ne vise pas une application “mur à mur” de la migration assistée des essences; celle-ci devrait plutôt se faire de manière ciblée, et ne devrait pas se faire en opposition avec les pratiques sylvicoles favorisant la régénération naturelle qui peut, elle aussi, être mise à profit pour augmenter la biodiversité et la résilience des forêts.

Recommandation 8 : Gestion intégrée des forêts publiques et privées

Lors des dernières décennies, la proportion des récoltes de bois effectuées en forêt privée s’est accrue sans cesse par rapport aux récoltes effectuées en forêt publique. De façon générale, cette forêt est beaucoup plus productive et facile d’accès que la forêt publique, et présente des

opportunités intéressantes pour les investissements sylvicoles. Cette forêt est généralement moins exposée à certains risques, comme les feux de forêts. De plus, sa grande accessibilité signifie qu'il est plus facile d'y intervenir rapidement en cas de stress climatique nécessitant des coupes de récupération. Au plan écologique, les changements climatiques entraîneront également la migration vers le nord de certaines populations animales et végétales sur des dizaines ou des centaines de kilomètres, et il est important de tenir compte du fait que la forêt privée pourrait représenter une voie de passage obligée pour certaines de ces populations. Finalement, la forêt privée représente souvent un point d'entrée pour les espèces envahissantes, mettant potentiellement en péril l'atteinte de certains objectifs d'aménagement ou de conservation dans les forêts publiques adjacentes. Face à des changements qui ne connaissent pas de frontières, nous recommandons une prise en compte plus explicite des forêts privées dans la stratégie du MFFP afin d'atténuer les effets négatifs des changements climatiques sur nos territoires forestiers.

4. Opérationnaliser les connaissances déjà acquises et prioriser les besoins en recherche

L'axe 1 de la stratégie vise à bien comprendre les effets des changements climatiques sur les écosystèmes forestiers du Québec à différentes échelles spatiales et temporelles, en se basant sur des données scientifiques solides. Cependant, malgré les points importants mentionnés, en ne se concentrant que sur la production de bois et en omettant complètement les impacts des changements climatiques sur les autres valeurs de la forêt, nous considérons que la Stratégie dans sa forme actuelle n'offre qu'une faible compréhension de l'impact global des changements climatiques sur les forêts du Québec, nous laissant songeur sur sa portée réelle. Pour pallier à ces importantes lacunes, nous émettons plusieurs recommandations qui pourraient aisément et rapidement être intégrées dans la Stratégie du MFFP.

Comme le souligne la Stratégie, le transfert de connaissances au sein du MFFP – mais également auprès de tous les utilisateurs de la forêt – constitue un élément clé de l'adaptation des forêts aux changements climatiques. La participation des communautés autochtones vis-à-vis la démarche d'adaptation s'avère notamment primordiale et seule une approche inclusive assurera le succès de l'adaptation des forêts québécoises aux changements climatiques. Plusieurs ajustements à la Stratégie présentée par le MFFP sont donc requis.

Recommandation 9 : Identifier les priorités en termes d'acquisition de connaissances

La réalisation de projets d'acquisition de connaissances (action 1.1.1) est louable et permettra de combler des besoins importants pour continuellement améliorer l'adaptation des forêts québécoises aux changements climatiques. Telle que présentement énoncée, l'action 1.1.1 demeure toutefois vague et n'a que peu de portée. L'urgence climatique à laquelle nous faisons face exige une définition plus prompte des objectifs du MFFP en termes d'acquisition de connaissances. Or, l'élaboration de la Stratégie devrait être l'occasion de statuer sur les priorités du MFFP en termes d'acquisition de connaissances. Nous recommandons la création d'un comité scientifique qui soit chargé d'établir ces priorités d'acquisition de connaissances. Cette démarche devrait être menée conjointement à celle déjà existante de l'identification des besoins de connaissances en matière d'aménagement forestier durable. Ce comité devrait inclure autant les chercheurs gouvernementaux que les chercheurs académiques ainsi que des praticiens impliqués dans la mise en place de solutions d'adaptation aux impacts des changements globaux et d'atténuation des effets des changements globaux. Le CEF est disposé à contribuer activement avec le MFFP à la mise sur pied d'un tel comité.

Recommandation 10 : Actualiser les recommandations scientifiques déjà identifiées dans les projets antérieurs d'acquisition de connaissances

Nous souhaitons rappeler que la prise de décision se doit d'être réactive aux projets d'acquisition de connaissances afin d'éclairer les mesures d'adaptation mises de l'avant. Il existe des solutions qui ont déjà été recommandées sur la base de travaux scientifiques et celles-ci doivent être scrutés spécifiquement pour valider leur mise en œuvre sur le terrain. Il est donc souhaitable d'éviter de proposer des projets d'acquisition de connaissances dans les dossiers où les enjeux et solutions sont déjà connus, mais où le déploiement de ces mesures tarde à être mis en application. Cela fait perdre un temps précieux dont nous ne disposons plus.

Recommandation 11 : Étendre les calculs à d'autres types de modèles et en améliorer la diffusion de manière transparente

L'action 2.3.2 de la Stratégie aspire à développer des outils d'aide à la décision adaptés à l'aménagement forestier notamment pour la gestion du risque. La nécessité d'une gestion adéquate

du risque s'est accrue en raison des changements climatiques, mais elle n'est pas une problématique nouvelle. Les perturbations naturelles ont toujours occasionné des risques pour la projection de la récolte. Conséquemment, le besoin du MFFP d'intégrer l'incertitude dans ses outils d'aide à la décision qui demeurent basés sur des modèles déterministes est un enjeu de longue date (un chapitre entier du *Manuel de détermination des possibilités forestières 2013-2018* porte d'ailleurs sur la gestion de l'incertitude). À cet égard, comme le feu demeure un élément majeur de la dynamique naturelle de la forêt boréale et continuera de l'être avec les changements climatiques, notre recommandation 3.1 d'intégrer le feu dans le calcul de la possibilité forestière constitue une nécessité incontournable non seulement dans l'actuelle Stratégie mais, rappelons-le, représente un élément clé de la gestion forestière qui est reconnu par la Stratégie d'aménagement durable des forêts (SADF).

Au-delà de ses outils et modèles courants, la gestion du risque lié aux changements climatiques sur la forêt requiert l'usage de modèles de simulation qui sont stochastiques, c'est-à-dire qui simulent des phénomènes dont la dynamique est variable ou aléatoire, comme le climat, la régénération forestière, ou encore la dynamique des perturbations naturelles telles que le feu et les épidémies d'insectes. Les modèles stochastiques exigent une répétition importante des simulations pour obtenir une distribution de résultats probables. De ce fait, le développement et l'utilisation de ces modèles doivent être soutenus par une expertise en modélisation et une infrastructure computationnelle de pointe. Nous recommandons donc au MFFP de substituer cette action par un engagement plus décisif à accroître les ressources dédiées à la modélisation. De plus, plutôt que d'être l'apanage du seul ministère, les calculs et projections concernant la possibilité forestière pourraient être effectués en plus large collaboration avec des chercheurs d'autres organisations, afin d'augmenter la transparence du processus, de permettre une plus grande diversité d'approches, et ainsi de faciliter l'innovation en la matière. À cet égard, la collaboration passée du CEF avec le Bureau du Forestier en chef sur divers dossiers (p. ex. : vieilles forêts, limite nordique, caribou forestier) pourrait à nouveau favoriser une telle interaction avec le milieu académique.

Alors que les grands décideurs de la planète sont à prendre des engagements basés sur des prévisions climatiques calculées justement par des modèles de simulation, nous sommes surpris de constater que le MFFP tarde à intégrer cette méthodologie de manière systématique et usuelle

dans sa planification forestière et de façon plus générale dans l'aménagement forestier alors que plusieurs outils de modélisation sont déjà existants ou en développement.

5. Améliorer le suivi, arrimer les interventions et moduler la gouvernance

Différents réseaux de suivi des écosystèmes forestiers ont été mis en place pour assurer leur pérennité, comme semble le proposer la stratégie, constitue un élément important pour comprendre l'effet des changements climatiques. Le maintien d'un suivi à long terme s'avère essentiel pour étudier l'impact des changements climatiques et, tel que le mentionne la stratégie, le MFFP a un rôle crucial à jouer à ce niveau. En effet, les différents acteurs participant au suivi des écosystèmes forestiers, notamment le milieu académique et les organismes à but non lucratif, ont rarement la capacité d'assurer un suivi environnemental à long terme. À cet égard, les communautés autochtones et allochtones, qui vivent sur le territoire, pourraient jouer un rôle clé dans le suivi si on leur en donnait les moyens.

Recommandation 12 : Élargir la portée du suivi environnemental pour l'adaptation à l'ensemble des composantes et des services écosystémiques de la forêt québécoise

Dans sa forme actuelle, le suivi environnemental (action 1.1.2) et le diagnostic de la vulnérabilité (action 1.2.1) mis de l'avant par la Stratégie se concentrent largement sur la ressource ligneuse. La portée de ces deux actions devrait être élargie afin de mieux considérer l'ensemble des composantes de l'écosystème forestier et des services écosystémiques qui en découlent. À titre d'exemple, la faune terrestre et aquatique et la qualité de leurs habitats devraient occuper une place beaucoup plus importante dans la Stratégie. Tant sur la scène internationale, qu'au Canada, il est dorénavant admis que les défis de gestion et d'aménagement durable du territoire interpellent simultanément les contextes de biodiversité et de changements climatiques. Nous réitérons que deux crises environnementales planétaires doivent être abordées avec une stratégie intégrée qui au MFFP pourrait être mise en œuvre en accordant mieux la présente Stratégie avec la Stratégie d'aménagement durable des forêts (SADF).

Recommandation 13 : Suivre les conséquences de la foresterie sur les écosystèmes forestiers en considérant les potentielles interactions avec les changements climatiques

Les effets de cascade des actions anthropiques et des perturbations naturelles pouvant mener à des dégradations de l'environnement sont à risque d'être exacerbés par leurs effets combinés avec les changements climatiques (contexte multi-stress, accidents de régénération). Une approche particulière est à réfléchir afin de bien cibler les secteurs à risques se trouvant sur le territoire forestier québécois (aires de récolte, voirie forestière, etc.). Un regard nouveau sur le Règlement d'aménagement durable des forêts (RADF) devrait être porté pour y inclure des éléments de précautions additionnels considérant les impacts cumulatifs potentiels des perturbations anthropiques et naturelles, notamment quant aux cibles de forêts de plus de 7m qui devraient maintenir en majorité des peuplements qui ont atteint la maturité sexuelle pour produire suffisamment de graines si un feu survient. De plus, il est crucial d'y inclure une caractérisation exhaustive des actions humaines passées afin de reconnaître ces impacts cumulatifs.

Recommandation 14 : Développer un tableau de bord d'indicateurs de suivi environnemental

L'action 1.1.2 vise à suivre les effets des changements climatiques, mais le suivi environnemental n'est pas une fin en soi. Il est essentiel que les phénomènes complexes décrits par les systèmes de suivi puissent être traduits dans une forme simple facilitant la compréhension pour une réponse agile. La conception d'indicateurs environnementaux intégrés à un tableau de bord s'avère être un outil efficace pour assurer un suivi environnemental pertinent à partir duquel pourront être initiées les actions nécessaires face à la trajectoire des écosystèmes. Ainsi, pour vérifier l'hypothèse d'une relation entre une action d'aménagement et son effet sur une valeur de la forêt (p. ex : la diversité biologique) le suivi environnemental requiert la mise en place de programmes qui portent à la fois sur la mesure de l'efficacité de la mise en œuvre sur le terrain des cibles d'aménagement projetées (*indicateurs normatifs*) et la mesure de leur capacité à rencontrer leur objectif ultime, soit le maintien de la diversité biologique, aux moyens d'espèces indicatrices associées aux habitats cibles (*indicateurs évaluatifs*) dans les territoires aménagés (Drapeau *et al.* 2008).

Les bilans de tels suivis devraient être réalisés par un Observatoire indépendant de la forêt publique du Québec, tel que proposé récemment par la communauté scientifique du CEF (Le Devoir, 20 mars; Shields, 20 mars), car il est important que ces états, bilans et pronostics s'inscrive dans une

vision globale de la forêt qui incorpore les dimensions multiples de nos écosystèmes forestiers et qui offre, avec transparence, un accès direct à une information scientifique dans un espace collectif indépendant. La participation et la coordination avec des instances telles que le MFFP, sa direction de la recherche forestière (DRF) et le Bureau du Forestier en chef seraient néanmoins des facteurs clés au succès des travaux de cet Observatoire. Il va de soi que l'expertise scientifique réunie au sein du CEF jouerait un rôle stratégique important dans la création d'un tel Observatoire indépendant de la forêt publique du Québec.

Recommandation 15 : Développer un maillage interinstitutionnel efficace pour le suivi en continu du territoire

Nous rappelons ici l'importance d'assurer un maillage adéquat avec les autres intervenants impliqués dans le suivi environnemental, en prenant pour cas la problématique hydrologique des changements climatiques (p. ex. : MELCC, Ouranos). Le fait qu'aucune mention ne soit faite des deux versions successives de l'Atlas hydroclimatique du Québec méridional (CEHQ, 2015) et sa mise à jour électronique de 2018 dans la documentation du projet de Stratégie (p. ex. : encadré de la page 3) indique justement une faiblesse dans le maillage des effets des changements climatiques avec les expertises développées dans d'autres ministères. À ce titre, plutôt que d'envisager un rôle de collaborateur, nous appelons le MFFP à devenir un chef de file dans l'analyse de vulnérabilité, pas seulement en ce qui concerne la ressource ligneuse mais aussi concernant les « autres » valeurs, les autres écosystèmes, de même que les autres activités économiques et culturelles qui dépendent de la forêt (action 1.2.3).

Recommandation 16 : Tirer profit des avancées récentes dans le suivi environnemental

Les réseaux de suivi utilisés sur lesquels s'appuient le MFFP pour détecter et suivre les effets des changements climatiques (action 1.1.2) reposent essentiellement sur la collecte de données, souvent ponctuelles, sur le terrain qui n'offrent qu'un aperçu pour un lieu et une fenêtre temporelle restreinte. Une telle approche ne permet pas la réponse rapide et agile souvent nécessaire pour faire face à des événements critiques. Le recours à la télédétection constitue une avenue qui gagnerait à être davantage exploitée par le MFFP dans son programme de suivi environnemental, afin d'assurer un suivi pour l'ensemble du territoire, et ce, à une résolution temporelle relativement fine. Par exemple, grâce aux données LiDAR, une mise à jour récente a pu être faite de la

cartographie du réseau hydrographique et celle-ci gagnerait à être mieux intégrée dans les analyses du ministère. Un système d'alerte à la perte de productivité forestière pourrait être mis en place en mobilisant les données MODIS, SPOT ou Landsat. Un tel outil est utilisé aux États-Unis dans le cadre d'un programme de vigilance des impacts des changements climatiques.

Recommandation 17 : Une stratégie d'adaptation avec des actions prioritaires

La forêt québécoise est immense et les besoins d'adaptation risquent de dépasser grandement le pouvoir d'intervention de l'État sur tout ce territoire. À titre d'illustration, les superficies aménagées par année sont approximativement de 1% actuellement. À ce rythme-là, et en supposant que les actions sylvicoles réalisées seront toutes adéquates pour l'adaptation de nos forêts aux changements climatiques et qu'elles ne nécessiteront aucun ajustement en cours de route, il faudrait un siècle pour agir sur l'ensemble du territoire, et ce sans considérer les perturbations naturelles. Ce constat montre l'importance de proposer une stratégie de triage basée sur la vulnérabilité et notre capacité à renforcer la capacité d'adaptation des forêts. Quels sont les peuplements les plus vulnérables? Quels sont les risques (valeur des services écosystémiques perdus)? Quel est le potentiel de renforcement de la capacité d'adaptation du peuplement à court terme? À moyen terme? Nous invitons donc le MFFP à accélérer l'analyse de vulnérabilité et à mettre rapidement en place un processus de triage pour assurer un investissement adéquat dans des mesures d'adaptation et ainsi maximiser leurs retombées.

Recommandation 18 : Mieux comprendre le cadre d'application des mesures d'adaptation

La formation (action 1.3.1) et la diffusion d'information (action 1.3.2) vis-à-vis des mesures d'adaptation constituent des éléments incontournables pour faire face aux changements climatiques. Or, une meilleure compréhension du cadre d'applicabilité des options sylvicoles demeure requise pour faire des recommandations éclairées en termes de mesures d'adaptation. En effet, certaines pratiques innovantes telles que l'établissement de plantations mixtes à plusieurs espèces, ou l'utilisation du LIDAR pour mieux déterminer où établir les plantations dans le paysage, n'ont que peu été testées dans le contexte forestier québécois. L'évaluation des barrières à la mise en œuvre des mesures d'adaptation ou de renforcement de la capacité d'adaptation font partie aussi de cette réflexion. Les exercices-pilotes de développement de stratégie d'adaptation comme celui exécuté dans le cadre du *Projet Le Bourdon* dans les Hautes Laurentides, auquel ont

participé des membres du CEF, sont clairs à ce propos: plusieurs mesures d'adaptation jugées pertinentes par tous se voyaient être abandonnées compte tenu des exigences du cadre normatif et réglementaire sur les terres publiques.

Recommandation 19 : Une gouvernance décentralisée et plus agile

Nous sommes d'avis que la Stratégie devrait miser sur des analyses de risques et des solutions locales et régionales afin de répondre aux objectifs qu'elle s'est fixée. Pour ce faire, il s'avère indispensable de réviser la gouvernance de la gestion forestière au Québec, et ce, afin de la rendre plus agile face aux changements climatiques et à la nécessaire adaptation du territoire forestier qui en découle. Cela imposera au MFFP, de développer une culture d'adaptation aux risques climatiques qui repose sur un recadrage des responsabilités (actuellement trop centralisées) auprès des instances locales de planification avec une participation accrue des communautés utilisatrices de la forêt. Les tables de gestion intégrée des ressources et du territoire (TGIRT), une innovation de l'actuel régime forestier pourraient à cet égard faire office d'instances de gestion aux besoins d'adaptation du territoire et des ressources aux changements climatiques, dans la mesure où ces instances ont un véritable rôle décisionnel. De plus, l'adaptation aux changements climatiques de la forêt publique concerne directement les valeurs socio-culturelles des populations autochtones qui habitent le territoire. La prise en compte de leurs connaissances du territoire et leur implication directe et formelle dans sa gestion et son suivi seraient des atouts majeurs (Uprety et al. 2012; Asselin, 2015) dans l'adaptation des forêts et de ces communautés aux changements climatiques, une responsabilité incontournable des engagements du Québec envers les critères de l'aménagement durable de la forêt publique.

Le dossier des changements climatiques réactualise donc l'importance d'établir un véritable processus de décentralisation dans la gestion forestière qui soit transparent et pourvu de leviers décisionnels réels pour les instances régionales et locales, une recommandation-phare du rapport de la *Commission d'étude sur la gestion de la forêt publique québécoise* (2004).

6. Politique de gestion des chemins multiusagers

En forêt publique, la construction et la réfection des chemins multiusagers est présentement placée sous la responsabilité de l'industrie forestière, dans le contexte de la planification opérationnelle,

mais est financée par le gouvernement du Québec. Ce type de planification à court terme semble contribuer à la multiplication de chemins d'extraction de faible qualité qui sont rapidement abandonnés après usage. L'industrie semble avoir peu d'incitatifs pour investir temps et argent dans le développement et l'entretien du réseau routier, ainsi que dans la fermeture de certains tronçons.

La réalisation d'un suivi de l'état du réseau de chemins multiusagers est une étape essentielle dans l'adaptation aux changements climatiques (action 4.1.1). Ce suivi doit porter attention à toutes les structures de gestion de l'eau: chaussées, emprises, fossés, conduits et traverses. Le suivi permettra notamment de caractériser l'ampleur de la perte de superficie productive causée par "l'abandon systématique des tronçons inutilisés et le manque d'entretien des chemins à faible fréquentation" (p.31), qui s'avère une menace directe aux mesures d'atténuation des changements climatiques. Le lien entre ce suivi et la mise en place d'actions correctives potentielles, notamment en lien avec la réfection ou la fermeture de certains tronçons, doit toutefois être clarifié dans la Stratégie.

Recommandation 20 : Mettre en place une politique de gestion des chemins multiusagers

En 2015, la Stratégie d'aménagement durable des forêts proposait "d'élaborer une politique permettant de planifier le développement du réseau routier forestier, de même que l'entretien et la fermeture des chemins après la récolte, de manière à minimiser les effets sur le milieu aquatique" (SADF : Défi 2, Orientation 5, Objectif 2). Les constats effectués dans l'axe 4 de la présente Stratégie renforcent la pertinence de mettre en place une telle politique. Cette politique devra notamment tenir compte de trois enjeux névralgiques dans un contexte de changements climatiques. Premièrement, tel qu'indiqué dans le document de consultation, on peut anticiper une hausse des événements de crues ou de précipitations qui endommagent les infrastructures et menacent les écosystèmes aquatiques. Deuxièmement, il est nécessaire de maintenir un accès adéquat au territoire afin de lutter efficacement contre les perturbations naturelles, de récupérer rapidement les bois affectés et d'assurer la remise en production des sites. Troisièmement, une planification adéquate du tracé des chemins, de la taille des emprises et du démantèlement éventuel de certains segments et de leur restauration écologique passive ou active sera importante afin de minimiser la fragmentation des habitats et ses impacts sur la biodiversité de même que les pertes de superficies productives. En effet, les chemins forestiers sont souvent reconnus comme des

éléments de perturbation du paysage dont l'effet peut se faire sentir à long terme, particulièrement sur la trajectoire démographique d'espèces à statut précaire (p. ex. : caribou forestier), et l'héritage passé de l'étalement du réseau routier complique grandement le déploiement de mesures de conservation efficaces (Rudolph et al. 2017), particulièrement face aux changements attendus du climat (Bauduin et al. 2018). Nous recommandons aussi que la future politique mette l'accent sur la mise en place de conditions propices à l'établissement de réseaux de chemins qui s'inscrit dans une perspective à long terme et non seulement dans l'optique d'une planification à court terme axée sur la récolte ligneuse. Cette politique devrait de plus incorporer les dimensions environnementales, sociales et économiques sous-jacentes au rôle fonctionnel des chemins dans l'occupation du territoire par les collectivités de façon à respecter les engagements gouvernementaux de respect des populations autochtones qui habitent le territoire ainsi qu'en matière de biodiversité. Enfin, nous recommandons que cette politique s'intègre à la fois à la présente Stratégie d'adaptation aux changements climatiques de même qu'à la Stratégie d'aménagement durable des forêts pour qu'elle soit mise en œuvre dans les plans d'aménagement forestier intégré du territoire (PAFIT).

Recommandation 21 : Clarifier le lien entre le suivi de l'état du réseau routier et les actions correctives potentielles

Les actions correctives devraient s'appliquer à l'ensemble du réseau routier, incluant aux chemins abandonnés, selon des critères précis et un échéancier priorisant les cas les plus problématiques du point de vue de la qualité de l'eau et du maintien des habitats fauniques. Il sera d'ailleurs indispensable de rapidement publier un guide de caractérisation de l'état des structures de chemins multiusagers, car aucune information gouvernementale n'existe à ce sujet. À ce titre, la formulation suivante serait plus appropriée pour l'action 4.1.1 : *“Caractériser de manière exhaustive l'état du réseau de chemins multiusagers, incluant les structures de gestion de l'eau (fossés, conduits, traverses) afin de développer une approche de gestion de la voirie forestière adaptée aux changements climatiques et visant la protection efficace des milieux aquatiques.”* Comme nous l'avons souligné plus haut (Recommandation 19) nous réitérons que le suivi de l'état du réseau routier n'est pas une action ponctuelle, mais plutôt une action continue qui doit être directement intégrée à un processus de planification du territoire forestier fondé sur vision globale de la forêt incorporant les dimensions multiples de ces écosystèmes.

Recommandation 22 : Mettre à jour le RADF pour mieux tenir compte des aléas climatiques

L'action 4.2.2 propose de mettre à jour les normes et pratiques liées à la voirie forestière, ce qui est trop général. La modernisation du Règlement d'aménagement durable des forêts (RADF) visant à mieux l'adapter aux connaissances toujours grandissantes en hydrologie forestière est une étape très importante et mérite d'être davantage explicitée, même dans un document de portée stratégique. L'ajout de mesures d'entretien de la voirie forestière publique, l'incitation à la fermeture de chemins sans usages fréquents, le développement de méthodes de mise hors service de chemins à faible fréquentation sont des enjeux qui pourraient être intégrés explicitement lors d'une mise à jour des normes et des pratiques. Un ajustement des méthodes de dimensionnement des ponceaux basé sur les récents travaux de révision de la méthode rationnelle menée par le Ministère des Transports devrait également être considéré. Finalement, nous tenons à souligner que la prise en compte des risques associés aux changements climatiques pourrait conduire le MFFP à simplifier certaines normes. En effet, plutôt que de développer un ensemble de normes toujours plus exigeantes visant à rendre les tronçons de chemins plus résistants face aux événements extrêmes, il serait bénéfique de favoriser l'utilisation de chemins conçus pour être fermés après usage intensif, réduisant ainsi l'exposition à ces mêmes risques.

Conclusions

Depuis plus de 20 ans, de nombreux travaux effectués sur le territoire québécois prévoient que les forêts et le secteur forestier seront fortement impactés par l'augmentation des températures moyennes, des extrêmes climatiques et des perturbations naturelles au cours des prochaines décennies. Plusieurs de nos membres ont contribué activement à l'avancement des connaissances sur la forêt, son écologie, son aménagement et ses vulnérabilités aux changements climatiques (voir le répertoire des 6219 publications scientifiques produites depuis 2006 par les membres du CEF sur son site web <http://www.cef-cfr.ca>). Les impacts des changements climatiques sur les écosystèmes forestiers sont déjà perceptibles et d'importantes modifications vont survenir dès les prochaines décennies, même en cas d'augmentation modérée des températures. Dans ce contexte, il devient urgent de revoir la manière d'aménager la forêt et nous saluons en ce sens la tenue de cette consultation sur la Stratégie d'adaptation de la gestion et de l'aménagement des forêts aux changements climatiques.

Au Québec un pas important vers une vision globale de la forêt a été fait dès 2013 avec l'entrée en vigueur de la Loi québécoise sur l'aménagement durable du territoire forestier, promulguée en 2010. Le législateur a alors donné un rôle prépondérant au concept d'aménagement écosystémique dans la gestion durable des ressources forestières et du territoire. Dans cet esprit, la loi reconnaît que la vitalité du secteur forestier québécois dépend à la fois de la présence de vastes forêts productives riches en ressources ligneuses, mais aussi de la prise en compte des multiples fonctions et services écologiques qui sous-tendent leur utilisation diversifiée et leur conservation. Si le secteur forestier continue à jouer un rôle clé dans l'économie québécoise, il a toutefois connu une évolution rapide en fonction d'une économie de marché du bois qui accorde une place de plus en plus importante aux approches d'aménagement soucieuses du maintien et du fonctionnement des processus écologiques et de la diversité biologique des écosystèmes forestiers dans les territoires qui font l'objet de récolte de bois. Cette vision globale de la forêt est d'autant plus importante dans un contexte de changements climatiques alors que la résistance et la résilience des écosystèmes forestiers seront fortement mises à l'épreuve.

Tout au long de ce mémoire nous avons noté que la Stratégie mettait trop l'accent sur la production ligneuse au détriment d'une vision plus globale de la forêt. De plus, la Stratégie ne reconnaît pas les problèmes qui se posent déjà dans la forêt québécoise commerciale (effets cumulatifs de la

récolte extensive et des perturbations naturelles, rajeunissement trop important des paysages forestiers et perte de résilience (et de productivité ligneuse) par rapport aux perturbations en cascade), qui viendront s'accroître avec les changements climatiques. Nous résumons notre position en quatre points :

- 1) Le manque de cadre d'évaluation et de vision élargie de cette stratégie soulève des inquiétudes quant à la rigueur et à la rationalité de la démarche. Il faut clairement référer au cadre d'évaluation utilisé pour élaborer la Stratégie présentée dans le document de consultation du MFFP et montrer en quoi il se démarque ou se rapproche des cadres d'évaluation existants.

La prévalence d'une vision centrée sur la vocation de production de bois dans la Stratégie fait en sorte que l'on se place davantage dans une position de lutte active contre les perturbations naturelles que dans une approche visant à identifier les principales sources de vulnérabilité de la forêt publique par rapport à ces perturbations pour les rendre moins vulnérables. Or, la lutte active aux perturbations naturelles a ses limites dans des territoires aussi vastes que la forêt publique du Québec. Si nous nous basons sur les expériences passées, il est peu probable qu'elle soit efficace sur d'aussi grands territoires.

D'autre part, le fait que notre système d'aménagement repose principalement sur la coupe totale (CPRS) a pour effet que la forêt publique est maintenant dominée par des forêts en régénération et des jeunes forêts. Avec les changements climatiques, la fréquence accrue des événements de perturbations (feux et épidémies) risque d'exposer les forêts à une plus grande vulnérabilité face aux accidents de régénération car le couvert forestier ne sera pas suffisamment constitué de peuplements ayant atteint la maturité sexuelle (production d'arbres semenciers) pour rétablir une régénération ligneuse aussi dense. De plus, comme une plus forte proportion des superficies brûlées dans le futur sera constituée de jeunes forêts, ces dernières seront moins admissibles à la coupe de récupération post-feu. La synergie entre le rajeunissement des forêts induit par les coupes et la fréquence accrue des perturbations naturelles va inévitablement affecter la capacité des forêts futures à produire des volumes aussi denses. Qui plus est les sécheresses accrues des forêts, liées aux changements climatiques, les exposent davantage aux accidents de

régénération. Il devient alors clair que le recours à des pratiques sylvicoles qui maintiennent sur le territoire une plus grande proportion du couvert forestier avec des arbres matures (coupes partielles, rétention accrue dans les aires de coupes totales, allongement des révolutions) permettant d'accroître la proportion du couvert forestier mature et âgée, s'avère une stratégie qui devrait davantage offrir des options d'atténuation des changements climatiques par une résistance et une résilience accrue de la forêt tout en améliorant le maintien de la biodiversité (Drapeau *et al.* 2016). La perte de résilience de nos forêts est peu considérée dans la présente Stratégie tout comme dans la stratégie nationale de production de bois (MFFP, 2020). La communauté scientifique avait pourtant initialement proposé un déploiement nettement plus important de ces pratiques sylvicoles en forêt publique que la modeste utilisation qui en a résulté dans l'actuel régime forestier. Nous réitérons donc qu'il faut augmenter considérablement le recours aux pratiques de foresterie sous couvert de même qu'accroître la superficie des aires protégées sur le territoire pour bien gérer le risque des changements climatiques.

- 2) Dans le même esprit, en faisant une meilleure intégration entre la Stratégie d'adaptation des forêts aux changements climatiques et la Stratégie d'aménagement durable des forêts (bonifiée par un recours accru à des pratiques de récolte sous couvert et/ou à un rallongement des révolutions forestières), nous pourrions améliorer la fixation et la séquestration du carbone malgré les risques accrus de perturbations naturelles liés aux changements climatiques.
- 3) En contrepartie le recours à des pratiques d'intensification de la production ligneuse par une foresterie de plantations, répartie spatialement à des endroits stratégiques où nous pouvons facilement protéger ces dernières des perturbations naturelles (près des communautés et des centres de transformation du bois), constitue une mesure d'adaptation aux changements climatiques qui paraît prometteuse. À l'inverse, le document de consultation de la présente Stratégie continue de proposer *toujours plus de la même chose* soit une foresterie extensive qui transforme le couvert forestier de

la forêt naturelle sur de grandes superficies, augmentant d'autant sa vulnérabilité aux perturbations naturelles, qui elles-mêmes seront en augmentation.

Pour l'ensemble de ces raisons, le CEF considère que la Stratégie d'adaptation des forêts et de leur gestion dans le contexte des changements climatiques doit être retravaillée en optant pour une vision de l'ensemble des critères sous-jacents à l'aménagement durable des forêts du Conseil Canadien des Ministres des Forêts (CCMF, 1997) auxquels le gouvernement du Québec a souscrit et qui sont décrits dans la Loi sur l'aménagement durable du territoire forestier (article 3). Rappelons que les six critères sont : 1) la conservation de la biodiversité, 2) l'état des écosystèmes (dont la productivité forestière), 3) la conservation des sols et de l'eau, 4) les cycles écologiques planétaires, 5) les avantages multiples et les 6) responsabilités de la société (dont la participation des collectivités autochtones). Pour répondre à l'ensemble de ces critères, des stratégies sylvicoles variées de même que des analyses de vulnérabilité locales et régionales des forêts face au risque climatique seront essentielles. La sensibilisation et la mobilisation des acteurs régionaux seront aussi nécessaires de façon à rendre plus agile la gouvernance de la gestion forestière aux réalités socio-culturelles (particulièrement dans le cas des peuples autochtones), écologiques et climatiques régionales.

Enfin, à mesure que les connaissances sur les impacts des changements climatiques évoluent et que ces impacts se manifestent, la stratégie se devra d'être hautement proactive dans ses scénarios d'aménagement et adaptative dans ses actions pour mieux faire face aux risques anticipés. Certaines des solutions nécessiteront probablement des actions de grande envergure et des ressources accrues, lesquelles doivent être envisagées dès maintenant. Dans tous les cas, des ressources dédiées à l'adaptation seront nécessaires pour prévenir ce qui pourrait entraîner une altération sévère des écosystèmes forestiers ainsi que du secteur forestier au Québec dans les prochaines décennies. Enfin, soulignons que le CEF demeure fortement intéressé à collaborer et à partager son expertise avec le MFFP pour développer une stratégie d'atténuation et d'adaptation des forêts qui intègre l'ensemble des critères de l'aménagement durable des forêts afin de mieux optimiser les services écologiques offerts par les écosystèmes forestiers.

Références

- Asselin, H. (2015). Indigenous forest knowledge. Dans : K. Peh, R. Corlett & Y. Bergeron (Dir.), *Routledge Handbook of Forest Ecology*. New York: Earthscan, Routledge; p. 586-596.
- Bauduin, S., McIntire, E., St-Laurent, M.-H., & Cumming, S.G. (2018). Compensatory conservation measures for an endangered caribou population under climate change. *Scientific Reports* 8: 16438.
- Centre d'expertise hydrique du Québec (CEHQ). (2015). *Atlas hydroclimatique du Québec méridional – Impact des changements climatiques sur les régimes de crue, d'étiage et d'hydraulicité à l'horizon 2050*. Québec, 2015, 81 p.
- Comité d'experts sur l'aménagement écosystémique des forêts et les changements climatiques. (2017). *L'aménagement écosystémique des forêts dans le contexte des changements climatiques – Rapport du comité d'experts*, Québec, 29 p.
- Commission d'étude sur la gestion de la forêt publique québécoise. (2004). *Rapport de la Commission*, Gouvernement du Québec, 307 p.
- Conseil Canadien des Ministres des Forêts (CCMF). (1997). *Critères et indicateurs de l'aménagement durable des forêts au Canada*. Rapport technique, Ressources naturelles Canada, Service canadien des forêts, 136 p.
- Drapeau, P., Leduc, A., Kneeshaw, D.D., Gauthier, S. (2008). Paramètres à considérer pour le suivi de l'approche écosystémique dans une perspective d'aménagement adaptatif en pessière à mousses. (Chap. 14) In *Aménagement écosystémique en forêt boréale*. (Gauthier, S. and Vaillancourt, M.-A. and Leduc, A. and De Grandpré, L. and Kneeshaw, D.D. and Morin, H. and Drapeau, P. and Bergeron, Y., Eds.) Québec, QC, Canada, Presses de l'Université du Québec, p. 361-392.
- Drapeau, P., Villard, M.-A., Leduc, A. & Hannon, S.J. (2016). Natural disturbance regimes as templates for the response of bird species assemblages to contemporary forest management. *Diversity and Distributions*, 22: 385-399.
- Drapeau, P. et 66 chercheur.e.s. (2021). *La communauté scientifique inquiète de la gestion des forêts*. Le Devoir, Édition du 20 mars 2021.
- Forestier en chef. 2020. *Intégration des changements climatiques et développement de la capacité d'adaptation dans la détermination des niveaux de récolte au Québec*. Bureau du Forestier en chef, Roberval, Québec, 60 pages.
- Gauthier, S., Vaillancourt, M.-A., Leduc, A., De Grandpré, L., Kneeshaw, D.D., Morin, H., Drapeau, P., Bergeron, Y. (2008). *Aménagement écosystémique en forêt boréale*. Presses de l'Université du Québec, Québec, QC, Canada.
- Gauthier, S., Bernier, P.Y., Boulanger, Y., Guo, X.J., Guindon, L., Beaudoin, A. (2015). Vulnerability of timber supply to projected changes in fire regime in Canada's managed forests. *Can. J. For. Res.* 45:1439-1447.
- Gauthier, S., Splawinski, T.B., Schab, A., Leduc, A., Valeria, O., Cyr, D., Pascual Puigdevall, J. et Bergeron, Y. (2019). *Ajustement des stratégies de production de bois dans certaines portions sensibles de la forêt boréale*. Rapport présenté au Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, 129 p. + 4 annexes.

- GIEC. (2014). Changements climatiques 2014: Incidences, adaptation et vulnérabilité, Résumés, foire aux questions et encarts thématiques. Contribution du Groupe de travail II au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat [Publié sous la direction de Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea et L.L. White]. Organisation météorologique mondiale, Genève (Suisse), 201 pages.
- Gouvernement du Québec. (2010). Loi sur l'aménagement durable du territoire forestier. Éditeur officiel du Québec, Québec.
- Lacerte, R., Leblond, M., St-Laurent, M.-H., (2021). Determinants of vegetation regeneration on forest roads following restoration treatments: implications for boreal caribou conservation. *Restoration Ecology*. In press. <https://doi.org/10.1111/rec.13414>.
- Ministère des Forêts de la Faune et des Parcs du Québec (MFFP). (2020). Stratégie nationale de production bois, Engagé dans la création de richesse. Gouvernement du Québec, 41 p.
- Ministère des Forêts de la Faune et des Parcs du Québec (MFFP). (2014). L'aménagement écosystémique dans un contexte d'épidémie de la tordeuse des bourgeons de l'épinette – Guide de référence pour moduler les activités d'aménagement dans les forêts publiques, Québec, gouvernement du Québec, Direction de l'aménagement et de l'environnement forestiers et Direction de la protection des forêts, 127 p.
- Ministère des Ressources naturelles du Québec (MRNQ). (2013). Rapport du Comité scientifique chargé d'examiner la limite nordique des forêts attribuables. Secteur des forêts. 148 p. + 6 annexes.
- Nappi, A. et collaborateurs. (2011). La récolte dans les forêts brûlées — Enjeux et orientations pour un aménagement écosystémique, Québec, Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de l'environnement et de la protection des forêts, 51 p.
- Nellemann, C., Vistnes, I., Jordhøy P., Støen, O.-G., Kaltenborn, B.P., Hanssen, F., & Helgesen, R. (2010). Effects of recreational cabins, trails and their removal for restoration of reindeer winter ranges. *Restoration Ecology*, 18: 873-881.
- Ramage, M.H., Burridge, H., Busse-Wicher, M., Fereday, G., Reynolds, T., Shah, D.U., Wu, G., Yu, L., Fleming, P., Densley-Tingley, D., Allwood, J., Dupree, P., Linden, P.F., & Scherman, O. (2017). The wood from the trees: The use of timber in construction. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 68; 333-359.
- Regos, A., Imbeau, L., Desrochers, M., Leduc, Robert, M., Jobin, B., Brotons, L. & Drapeau., P. (2018). Hindcasting the impacts of land-use changes on bird communities with species distribution models of Bird Atlas data. *Ecological Applications*, 28: 1867- 1863.
- Rudolph, T.D., P. Drapeau, L. Imbeau, V. Brodeur, S. Légaré & M.-H. St-Laurent (2017). Demographic responses of boreal caribou to cumulative disturbances highlight elasticity of range-specific tolerance thresholds. *Biodiversity and Conservation* 26: 1179-1198.
- Shields A. (2021). Des scientifiques dénoncent la vision «industrielle» du ministère des Forêts. *Le Devoir*, édition du 20 mars 2021.

- Tremblay, J., Boulanger, Y., Cyr, D., Taylor, A.R., Price, D.T., & St-Laurent, M.-H. (2018). Harvesting interacts with climate change to affect future habitat quality of a focal species in eastern Canada's boreal forest. PLoS ONE 13(2): e0191645.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0191645>
- Uprety, Y., Asselin, H., Bergeron, Y., Doyon, F. & Boucher, J.-F. (2012). Contribution of traditional knowledge to ecological restoration: practices and applications. *Écoscience* 19: 225-237.

Membres du CEF signataires du mémoire :

Arsenault, Dominique professeur (UQAR)
Asselin, Hugo professeur (UQAT)
Bélanger, Nicolas professeur (TÉLUQ)
Bélisle, Marc professeur (UdeS)
Bergeron, Yves professeur (UQAM/UQAT)
Bernier, Louis professeur (U. Laval)
Cimon-Morin, Jérôme professeur (U. Laval)
Cumming, Steven professeur (U. Laval)
De Grandpré, Louis chercheur (Service canadien des forêts)
Delagrange, Sylvain professeur (UQO)
Despland, Emma professeure (U. Concordia)
DesRochers, Annie professeure (UQAT)
Dupras, Jérôme professeur (UQO)
Fenton, Nicole professeure (UQAT)
Fournier, Richard professeur (UdeS)
Gennaretti, Fabio professeur (UQAT)
Girard, François professeur (UdeM)
Girardin, Martin chercheur (Service canadien des forêts)
Lamara, Mebarek professeur (UQAT)
Lapointe, Line professeure (U. Laval)
Lorenzetti, François professeur (UQO)
Mazerolle, Marc professeur (U. Laval)
Montoro Girona, Miguel professeur (UQAT)
Paquette, Alain professeur (UQAM)
Peng, Changhui professeur (UQAM)
Rivest, David professeur (UQO)
Rossi, Sergio professeur (UQAC)
Schneider, Robert professeur (UQAR)
Simard, Martin professeur (U. Laval)
Sirois, Luc professeur (UQAR)
Sonnentag, Oliver professeur (UdeM)
St-Laurent, Martin-Hugues professeur (UQAR)
Tremblay, Jean-Pierre professeur (U. Laval)
Valeria, Osvaldo professeur (UQAT)
Vellend, Mark professeur (UdeS)
Work, Timothy professeur (UQAM)

Annexe

Augmentation des feux de forêts

L'augmentation des feux de forêts en raison des changements climatiques, notamment dans le centre et le nord-ouest de la province, pourrait entraîner la multiplication des échecs de régénération, nécessitant des mesures d'adaptation rapides et efficaces pour maintenir la productivité des forêts. C'est entre autres ce qui a été modélisé par le Bureau du Forestier en Chef (BFEC) dans le centre nord du Québec sous les scénarios RCP 4.5 et RCP 8.5. Les conditions pourraient devenir telles qu'il sera très difficile voire impossible de maintenir les cibles actuelles de suppression des feux. Les coûts de suppression, qui augmentent déjà de 120M\$ (dollar constant de 2009) par décennie depuis 1970 au Canada, pourraient ainsi exploser dans les prochaines décennies en raison de la multiplication des superficies brûlées et du nombre de feux. Qui plus est, les éventuels gains de productivité transitoires causés par les changements projetés dans le climat ne pourraient compenser les pertes de volume disponible en raison de cette augmentation. Des résultats similaires ont aussi été obtenus dans le nord-ouest de la province où les pertes cumulées de superficie forestière productive pourraient atteindre près de 34% d'ici 150 ans alors que la productivité potentielle des peuplements serait réduite de moitié sous le régime de feu futur. Il a aussi été montré dans cette région qu'une intensification généralisée de l'aménagement afin de pallier ces pertes de rendement, notamment sous forme de plantations après feu par exemple, pourrait rapidement devenir financièrement prohibitive si appliquée sur de vastes zones. De tels investissements pourraient en revanche être considérés si leur objet était de ralentir la perte de puits de carbone (c'est-à-dire visant la lutte contre les changements climatiques plutôt que la rentabilité). De plus, selon l'étude du BFEC, une diminution de plus de 30 % (sous RCP 8.5) ou de 10-15% (sous RCP 4.5) des volumes récoltés serait toujours nécessaire malgré une augmentation substantielle des plantations, afin d'obtenir un rendement soutenu sous RCP 8.5.

Vulnérabilité accrue aux insectes ravageurs

L'aire de répartition des insectes sera directement affectée par les changements climatiques. On prévoit que les espèces indigènes, comme la tordeuse des bourgeons de l'épinette (TBE), se déplaceront vers le nord à mesure que le climat se réchauffe, affectant ainsi des écosystèmes qui étaient auparavant épargnés par ses effets. Alors que dans son aire de répartition actuelle, son hôte primaire, le sapin baumier, est abondant, à mesure que l'on progresse vers le nord, il est progressivement remplacé par l'épinette noire, un hôte secondaire. Cette transition dans la composition et le climat inadapté au maintien de la population de la tordeuse des bourgeons de l'épinette avec l'augmentation de la latitude représentaient, jusqu'à récemment, une barrière empêchant les dégâts importants de la TBE dans les forêts nordiques. Cependant, le climat devenant plus propice au maintien des populations de la TBE dans les portions nordiques de son aire de répartition, les écosystèmes forestiers subiront une défoliation à des niveaux qui risquent d'entraîner la mortalité des arbres et des conséquences sur les forêts et le secteur forestier. Comme

le suggèrent des études récentes, il existe un potentiel de synchronisation phénologique accrue entre l'émergence des larves et le débourrement de l'épinette noire. En fait, la phénologie de l'épinette noire semble être plus sensible au réchauffement que celle du sapin baumier. Le réchauffement climatique pourrait réduire l'écart existant dans la phénologie du débourrement entre ces deux hôtes de la TBE, augmentant ainsi la vulnérabilité de l'épinette noire à la défoliation de la TBE. En outre, il existe des preuves d'une interaction entre la défoliation de la TBE et le stress dû à la sécheresse, provoquant la mortalité de l'épinette noire. Si l'on considère que le stress dû à la sécheresse devrait devenir plus sévère et plus fréquent à l'avenir, cela pourrait contribuer à une augmentation de la mortalité de l'épinette noire. Les épisodes observés de mortalité sévère dans les peuplements d'épinettes noires de la Côte-Nord, où la présente épidémie a été observée pour la première fois en 2006, vont dans le sens de cette hypothèse.

D'autres ravageurs indigènes (ex., arpeuteuse de la pruche, cerf de Virginie) ou exotiques présents sur le territoire de la province (ex., spongieuse, agrile du frêne) pourraient aussi être fortement influencés par des changements dans le régime climatique. Une augmentation éventuelle de la sévérité des dommages de même qu'un déplacement vers le nord ou en altitude des aires affectées pourraient fortement altérer les paysages forestiers. Cumulés avec la récolte forestière, les autres perturbations naturelles et les impacts des changements climatiques sur les forêts, les dégâts causés par ces ravageurs pourraient profondément affecter la résilience des écosystèmes forestiers. Une migration septentrionale d'espèces exotiques envahissantes (EEE), (p. ex. : le puceron lanigère de la pruche), notamment en provenance de régions limitrophes actuellement plus chaudes (ex., nord-est des USA, Nouvelle Ecosse), est aussi à considérer à mesure que les aires ombrothermiques se déplacent vers le nord. D'autres EEE en provenance de marchés internationaux pourraient aussi plus facilement s'implanter (ex., longicorne asiatique) si les conditions climatiques deviennent adéquates pour leur développement. De telles possibilités nécessitent un système de détection et de suivi efficace.