

Comité consultatif sur les
**changements
climatiques**

CLIMAT ET BIODIVERSITÉ :
redéfinir notre rapport
à la nature

Comité consultatif sur les
changements climatiques

CLIMAT ET BIODIVERSITÉ :
redéfinir notre rapport
à la nature

AVANT-PROPOS

Sherbrooke, le 24 novembre 2022

Monsieur Benoit Charette
Ministre de l'Environnement,
de la Lutte contre les changements climatiques,
de la Faune et des Parcs

Monsieur le Ministre,

J'ai le plaisir, au nom de l'ensemble des membres du Comité consultatif sur les changements climatiques, de vous transmettre notre quatrième avis, qui a pour titre *Climat et biodiversité : redéfinir notre rapport à la nature*.

La première partie de cet avis décrit sommairement la dégradation très préoccupante de l'état de la biodiversité au Québec, causée par les changements climatiques. La seconde partie traite de la dimension d'interdépendance entre la crise de la biodiversité et celle du climat. Sont formulées enfin sept recommandations pouvant se résumer comme suit :

1. Doter le Québec d'une stratégie nationale de la biodiversité;
2. Protéger 30 % du territoire québécois d'ici 2030;
3. Développer et déployer un vaste programme d'adaptation des forêts au climat futur;
4. Favoriser une réelle implication des peuples autochtones;
5. Investir pour préserver et restaurer la biodiversité dans un contexte d'adaptation aux changements climatiques;
6. Accroître la recherche sur la séquestration naturelle du carbone;
7. Concevoir des outils performants de suivi de la biodiversité et contribuer à orienter le financement vers des stratégies de préservation.

Ces recommandations visent une meilleure prise en compte de cette interdépendance par le gouvernement du Québec et les différents acteurs socioéconomiques. Cet appel à une redéfinition de notre rapport à la nature s'inscrit dans un contexte de crise de la biodiversité à l'échelle mondiale. Il reflète la volonté du Comité de contribuer à rehausser l'importance accordée au maintien des écosystèmes dans leur ensemble et de mieux valoriser la nature comme composante essentielle de notre bien-être collectif et individuel.

Si certaines recommandations supposent une mise en œuvre de longue haleine, d'autres pourraient être suivies très rapidement, lors de la réaffectation des sommes non dépensées dans le cadre du Plan de mise en œuvre 2022-2027 du Plan pour une économie verte 2030 ou de sa mise à jour pour la période 2023-2028.

Je demeure bien sûr disponible pour discuter avec vous du contenu du présent avis au moment qui vous conviendra le mieux. Notez également que nous prévoyons le rendre public au début du mois de décembre 2022, dans le cadre des activités liées à la 15^e Conférence des parties (COP 15) de la Convention sur la diversité biologique, qui aura lieu à Montréal.

Entretiens, veuillez agréer, Monsieur le Ministre, l'expression de ma considération distinguée.



Pr Alain Webster

Président du Comité consultatif
sur les changements climatiques

SOMMAIRE

Dans le contexte de la 15^e Conférence des parties (COP 15) de la Convention sur la diversité biologique (CDB), qui se tiendra à Montréal en décembre 2022, le Comité consultatif sur les changements climatiques tient à sonner l'alarme quant aux impacts actuels et futurs des changements climatiques sur la biodiversité.

Le Comité est d'avis que le Québec doit considérer la crise de la biodiversité selon les mêmes niveaux d'urgence et d'attention que ceux qui sont accordés à la crise climatique. Ces deux crises sont intrinsèquement liées : les changements climatiques dégradent la biodiversité, les écosystèmes et les services qu'ils rendent, induisant d'importants dommages et pertes, alors même que le maintien d'écosystèmes fonctionnels et diversifiés est essentiel pour préserver leur rôle dans la séquestration des gaz à effet de serre. La mise en cohérence et la complémentarité des politiques climatiques et des politiques de biodiversité sont essentielles pour affronter adéquatement ces deux crises.

Ce constat nous amène d'abord à rappeler l'importance de réduire à court terme les émissions de gaz à effet de serre et d'atteindre la carboneutralité au plus tard d'ici 2050 pour préserver les objectifs de l'Accord de Paris. En effet, des processus de basculement dans la régulation de la biosphère sont déjà enclenchés, rendant l'atteinte de la carboneutralité impérative.

Dans ce contexte, les impacts actuels et futurs des changements climatiques menacent grandement la biodiversité, les écosystèmes et les services qu'ils procurent. Des mesures de conservation, de restauration et d'adaptation doivent de toute urgence être mises en œuvre pour que ces services que la nature rend à la population, notamment en matière de régulation du climat, puissent être maintenus.

Le Québec se trouve en première ligne au regard des impacts appréhendés avec, sur son territoire, deux biomes se trouvant à un point de bascule, soit la forêt boréale et le pergélisol, dont la dégradation consécutive aux changements climatiques risque de provoquer le relâchement de très grands volumes de carbone et de méthane. Le Québec doit prendre acte de l'insuffisance des efforts actuellement consentis et de la nécessité d'accélérer les transformations profondes de son rapport à la nature qu'exigent l'évolution du climat et l'effondrement de la biodiversité.

En signant la Déclaration d'Édimbourg en 2020, le Québec s'est engagé à assurer la pleine participation de l'ensemble de la société à la mise en œuvre du Cadre mondial de la biodiversité pour l'après-2020, qui sera discuté et vraisemblablement adopté lors de la COP 15, à Montréal. Le Québec possède tous les atouts nécessaires pour démontrer un réel leadership dans sa mise en œuvre.

La première recommandation du Comité est, dans cette perspective, de doter le Québec d'une vision visant à renforcer mutuellement les politiques climatiques et les politiques de biodiversité du gouvernement. Ce dernier doit ainsi **se doter d'une première stratégie nationale de la biodiversité accompagnée d'un plan d'action**, comme l'ont fait la très grande majorité des États se considérant comme liés à la CDB.

Cette stratégie et ce plan d'action doivent être pourvus de ressources financières adéquates et à la hauteur des enjeux, pour permettre au Québec d'**investir dans la préservation et la restauration de la biodiversité dans un contexte d'adaptation aux changements climatiques**, notamment à l'échelle locale et régionale ainsi que dans le secteur agricole. Cette bonification financière doit également se traduire par une dimension internationale avec, par exemple, une portée accrue du Programme de coopération climatique internationale couvrant la dynamique climat-biodiversité.

De plus, le Comité recommande de **protéger 30 % du territoire québécois d'ici 2030 en priorisant les milieux d'intérêt stratégique pour la biodiversité**, la partie méridionale du Québec, une meilleure connectivité des habitats naturels et l'accroissement de notre résilience collective à l'égard des changements climatiques. Un tel niveau de protection milite pour l'application, dans les plus brefs délais, d'un moratoire sur tout changement de zonage induisant une perte de milieux naturels, comme le Comité le recommandait déjà en mai 2022, lors de la publication de son avis concernant l'aménagement du territoire.

Compte tenu de l'importance de la forêt pour la société québécoise et la régulation du climat à l'échelle planétaire, le Comité recommande en particulier de **mettre en œuvre un vaste programme d'adaptation des forêts au climat futur** d'ici 2025, en diversifiant les espèces plantées et les pratiques forestières. Il recommande aussi de **définir de façon collaborative, pour la forêt de demain, une vision compatible avec les enjeux climatiques**.

Des changements structurels ne pourront être réalisés qu'en prenant soin de **favoriser une réelle implication des peuples autochtones** en accélérant, notamment, les investissements visant l'établissement d'aires protégées autochtones de même que la mise sur pied de modèles de cogestion dans les aires protégées où vivent des communautés autochtones. Il s'agit ici de l'enrichissement des processus décisionnels par l'apport de ces communautés, de leurs savoirs et de leurs pratiques culturelles.

Le Comité tient à souligner que ces changements doivent être mieux suivis et compris. Pour ce faire, il importe d'**accroître le soutien à la recherche sur la séquestration naturelle du carbone**, sa comptabilisation dans les secteurs agricole et forestier ainsi que dans les milieux humides et son interaction avec l'effet d'albédo.

Finalement, il est également essentiel de **concevoir des outils performants de suivi de la biodiversité et de sa dynamique climatique** facilitant le maillage environnement-économie et contribuant à **orienter le financement public et privé vers ces stratégies de préservation et de restauration**.

TABLE DES MATIÈRES

Introduction	1
Partie 1. Les impacts des changements climatiques sur la biodiversité et les services écosystémiques	3
1.1 L'atteinte de points de bascule.....	4
1.2 Les changements climatiques portent atteinte à la valeur des écosystèmes	7
1.3 Les impacts actuels et futurs des changements climatiques sur la biodiversité au Québec.....	10
Partie 2. Des approches fondées sur les écosystèmes viables sur le plan écologique	15
2.1 Conserver et restaurer au 21 ^e siècle	17
2.2 Transformer la gestion forestière.....	21
2.3 Revoir les pratiques agricoles.....	23
2.4 Verdir l'aménagement du territoire et les infrastructures.....	23
2.5 Intégrer l'information sur la biodiversité à la prise de décisions.....	25
Recommandations.....	27
À propos du Comité consultatif sur les changements climatiques	30
Remerciements	31
Références bibliographiques.....	32

INTRODUCTION

En 1992, la Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement, tenue à Rio, a permis l'adoption par la communauté internationale de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC) et de la Convention sur la diversité biologique (CDB)¹. Trois décennies plus tard, des progrès ont été réalisés à l'échelle nationale et internationale en matière de sensibilisation à ces enjeux et de mise en œuvre de politiques à cet égard. Toutefois, l'ampleur, l'efficacité et la vitesse de déploiement de ces politiques sont clairement insuffisantes.

Le sentiment d'urgence par rapport à la biodiversité fait consensus, notamment au sein d'organisations internationales à vocation économique comme la Banque mondiale (2022), le Forum économique mondial (2021) ou l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE, 2019)² et des organisations spécialisées dans ce domaine telles que l'Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES, 2019), World Wild Fund (WWF, 2022) et bien sûr le Secrétariat de la Convention sur la diversité biologique.

Ainsi, selon le Secrétariat de la Convention sur la diversité biologique (2022, p. 8), « [l']humanité se trouve à la croisée des chemins pour ce qui est de l'héritage que nous souhaitons laisser aux générations futures. La biodiversité décline à un rythme sans précédent, et les pressions à l'origine de ce déclin s'intensifient. Aucun des Objectifs d'Aichi [entre 2011 et 2020] pour la biodiversité ne sera entièrement réalisé, ce qui menace à son tour la réalisation des objectifs de développement durable et entrave les efforts pour lutter contre les effets des changements climatiques. La pandémie de Covid 19 a davantage souligné l'importance du rapport entre les populations et la nature, et nous rappelle toutes les profondes conséquences pour notre bien-être et notre survie qui peuvent résulter de la perte constante de biodiversité et de la dégradation des écosystèmes ».

La lutte contre les changements climatiques et la protection de la biodiversité représentent donc deux crises qui ont plus que jamais besoin de mesures ambitieuses, en rupture avec les tendances des dernières décennies. De plus, elles sont étroitement liées.

À la fin de l'année 2022, les conférences des parties de la CCNUCC et de la CDB se tiendront à quelques semaines d'intervalle. Montréal³ accueillera la 15^e Conférence des parties (COP 15) de la Convention sur la biodiversité biologique des Nations Unies, au cours de laquelle les parties viseront notamment l'adoption du Cadre mondial de la biodiversité pour l'après-2020, discuté depuis l'été 2019 et dont la plus récente version officielle date de l'été 2021 (Nations Unies, 2021). L'adoption d'un tel cadre constituerait un rehaussement important des ambitions concernant la protection de la biodiversité, en particulier avec la cible 3, qui a pour objet « qu'au moins 30 % des zones terrestres et des zones maritimes, en particulier les zones revêtant une importance particulière pour la biodiversité et ses contributions aux populations, soient conservées grâce à des systèmes de zones protégées et d'autres mesures de conservation efficaces et équitables, représentatifs sur le plan écologique et bien reliés entre eux, et intégrés dans les paysages terrestres et marins » (Nations Unies, 2021, p. 6-7).

L'interaction entre les changements climatiques et la biodiversité s'illustre notamment par la cible 8 du projet de cadre mondial : « Réduire au minimum l'impact des changements climatiques sur la

1. Le 25 novembre 1992, le gouvernement du Québec s'est déclaré lié à la CDB par le décret 1668-92 et à la CCNUCC par le décret 1669-92.

2. « Le recul mondial de la biodiversité est l'un des plus grands risques qui soit en ce XXI^e siècle. Il nuit à la santé et au bien-être des personnes, à la résilience de la société et aux avancées dans la réalisation des objectifs de développement durable. Il soumet nos économies à un lourd tribut et rend plus difficile la résolution d'autres problèmes mondiaux comme le changement climatique » (OCDE, 2019, p. 7).

3. Le Secrétariat de la Convention sur la diversité biologique est l'une des institutions internationales ayant son siège à Montréal.

biodiversité, contribuer aux mesures d'atténuation et d'adaptation grâce à des approches fondées sur les écosystèmes, en contribuant à hauteur d'au moins 10 Gt eq. CO₂ par an aux efforts mondiaux d'atténuation, et veiller à ce que toutes les mesures d'atténuation et d'adaptation n'aient pas d'effets négatifs sur la biodiversité » (Nations Unies, 2021, p. 7)⁴.

Par le présent avis, le Comité vise à consolider davantage le maillage entre les réponses à ces deux crises environnementales au Québec. Il rappelle qu'au cours du 21^e siècle, les changements climatiques deviendront la principale menace pour la biodiversité⁵. Il soutient la transposition au Québec de la cible 8 du projet de cadre mondial, illustrant l'interface climat-biodiversité et, de façon générale, la nécessité que le Québec assure « la pleine participation de l'ensemble de la société à la mise en œuvre du Cadre mondial de la biodiversité pour l'après-2020 », comme il s'est engagé à le faire en signant la Déclaration d'Édimbourg en 2020⁶. Cette démarche impliquera des transformations profondes du rapport à la nature pour la période post-2020.

La première partie de cet avis souligne les impacts que les changements climatiques font peser sur la biodiversité, les écosystèmes et les services écosystémiques. La seconde partie porte sur les synergies souhaitables entre les mesures de lutte contre les changements climatiques et les mesures de protection de la biodiversité. Ces deux parties servent d'assise à la présentation de recommandations visant à transposer au Québec la cible 8 du projet de cadre mondial en conciliant les impératifs écologiques, sociaux et économiques.

L'intention du Comité est de fournir, par les recommandations présentées dans cet avis, des balises pour la mise en œuvre de mesures additionnelles par le gouvernement du Québec, pour que les objectifs de protection de la biodiversité soient mieux pris en compte dans les actions climatiques et que l'action gouvernementale devienne plus cohérente à l'égard de ces crises environnementales qualifiées d'existentielles. L'atteinte d'un tel objectif demande des innovations sociales, technologiques et de gouvernance pour permettre de changer les pratiques dans des secteurs d'importance pour le Québec, notamment la conservation des milieux naturels, l'agriculture, la foresterie et l'aménagement du territoire. Elle nécessite également de porter une attention particulière à la participation active des peuples autochtones et des communautés locales, conformément à la cible 21 du projet de cadre mondial en cours de négociation.

4. Les émissions anthropiques annuelles de gaz à effet de serre sont estimées à 55 Gt CO₂e, tous secteurs confondus (Pörtner et coll., 2021, p. 14).

5. « Historically, loss in biodiversity has been attributed [...] primarily to changes in the intensity by which the land and sea are used (34% contribution to losses over the past century) and direct exploitation of species (23%), followed by climate change and pollution (14% each). The impact of climate change is projected to surpass other threats during the 21st century [...], both through direct effects and intensifying interactions with other drivers » (Pörtner et coll., 2021, p. 38).

6. <https://regions4.org/wp-content/uploads/2020/08/Edinburgh-Declaration.pdf>

1. LES IMPACTS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES SUR LA BIODIVERSITÉ ET LES SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES

Devant la rapidité des changements du climat, les écosystèmes sont limités dans leur capacité de s'adapter par eux-mêmes et donnent déjà des signes de basculement (Armstrong McKay et coll., 2022). À l'échelle internationale et nationale, la résilience des écosystèmes est menacée par les dérèglements climatiques. Plusieurs biens et services naturels, souvent irremplaçables et contribuant à notre bien-être et à notre qualité de vie, connaissent un déclin (Dasgupta, 2021). Ainsi, sans une réduction rapide des émissions de gaz à effet de serre (GES) limitant les hausses appréhendées de la température, la contribution des écosystèmes à la lutte contre les changements climatiques risque d'être compromise. Certains écosystèmes, comme la forêt boréale, pourraient même devenir des sources nettes d'émissions (Walker et coll., 2019).

Dans une perspective de lutte contre les changements climatiques, la diversité du vivant accroît les capacités d'adaptation. Investir dans la protection de la biodiversité⁷, en considérant les impacts actuels et futurs des changements climatiques, revêt alors une dimension assurantielle : il est prudent d'investir en faveur d'écosystèmes riches qui auront plus de chances de présenter des espèces résilientes en climat futur⁸.

Les incertitudes liées à l'approche des points de bascule, définies en tant que conditions au-delà desquelles les changements qui s'effectuent dans une partie du système climatique s'autoperpétuent (Armstrong McKay et coll., 2022), doivent inciter à la prudence et à la mise en application du principe de précaution.

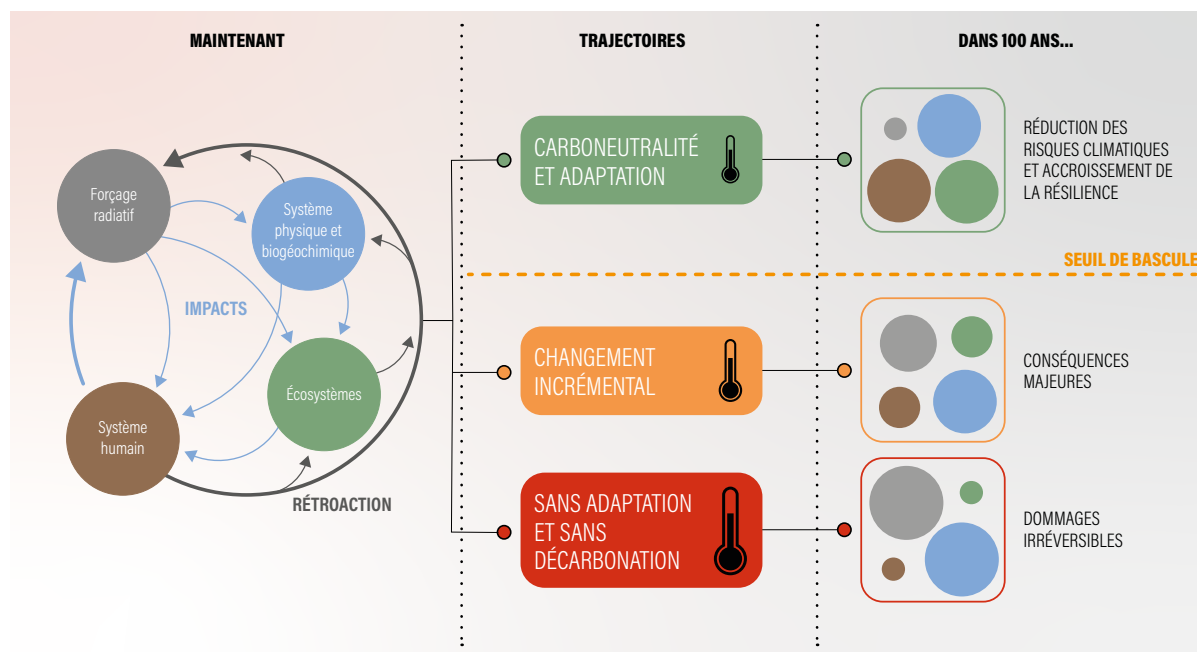
7. Le fonctionnement et la résilience des écosystèmes ainsi que les services irremplaçables qu'ils rendent à la population dépendent de la biodiversité dans ses différentes composantes génétiques (gènes présents dans une population d'une espèce végétale, animale ou fongique), spécifiques (espèces présentes dans un écosystème) et écologiques (écosystèmes présents sur le territoire).

8. « Species diversity can potentially act as an insurance against declines in ecosystem functioning because when there is a greater variety of species there is a higher likelihood that some will maintain functioning, even if others fail » (Pörtner et coll., 2021, p. 31).

1.1 L'atteinte de points de bascule

Les changements climatiques et l'étiollement des services écosystémiques se renforcent mutuellement. Le réchauffement moyen de 1,1 °C déjà observé sur l'ensemble de la planète génère des effets en cascade (figure 1) qui alimentent des boucles de rétroaction négative, telles que la fonte du pergélisol et le relâchement de méthane, un puissant gaz à effet de serre (Armstrong McKay et coll., 2022). La capacité de réduire ces boucles de rétroaction pour diminuer les risques climatiques et accroître notre résilience est tributaire de notre capacité d'abaisser rapidement les émissions de GES et d'atteindre la carboneutralité à l'horizon 2050. Cependant, pour le secrétaire général des Nations Unies, M. António Guterres, « le changement climatique est en passe de gagner une portée destructrice inouïe. [...] Alors même que les symptômes s'aggravent rapidement, nous nous enfonçons chaque année un peu plus dans notre addiction aux combustibles fossiles » (Organisation météorologique mondiale, 2022).

Figure 1
Effets en cascade dans le système climatique
et trajectoires potentielles



D'après l'Organisation météorologique mondiale (OMM, 2020, p. 11).

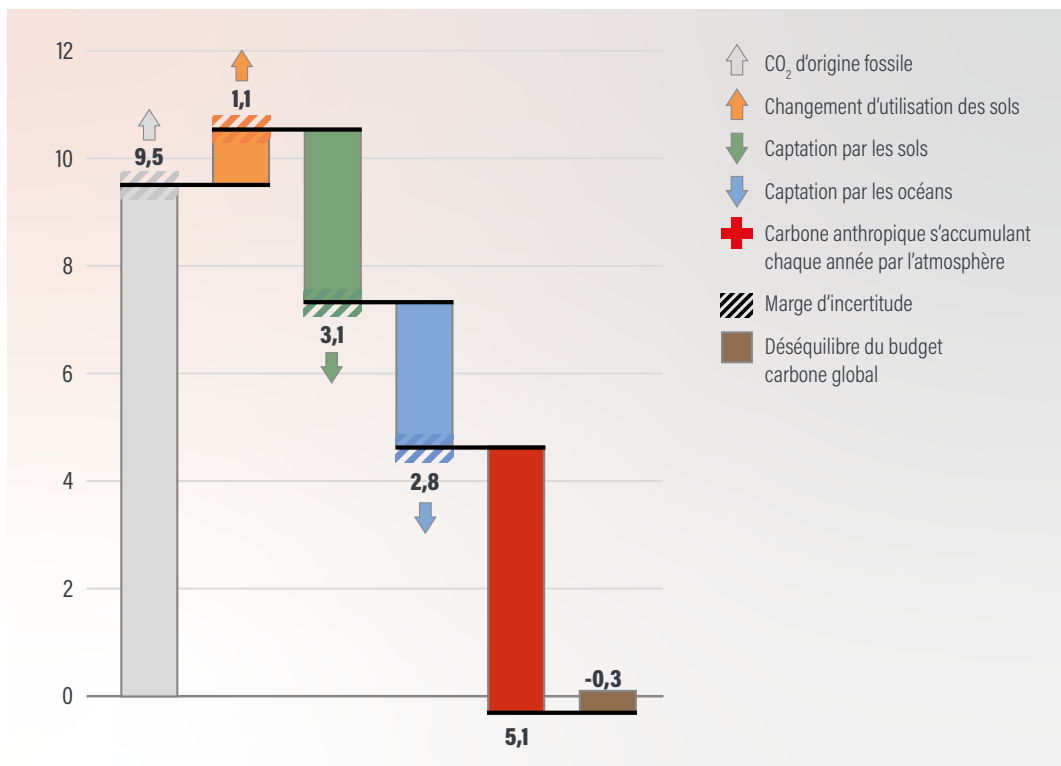
Si la réduction rapide des émissions de GES et l'atteinte de la carboneutralité au plus tard d'ici 2050 sont essentielles, il existe encore « un profond hiatus entre nos aspirations et la réalité tangible [...] : si nous ne prenons pas des mesures beaucoup plus ambitieuses, les effets physiques et socio-économiques du changement climatique seront de plus en de plus dévastateurs⁹ ».

9. <https://public.wmo.int/fr/medias/communiqu%C3%A9s-de-presse/les-climatologues-sont-formels-nous-allons-dans-la-mauvaise-direction>

La croissance des émissions de GES et l'augmentation du forçage radiatif qui en découle sont partiellement atténuées par les écosystèmes naturels, terrestres et océaniques, qui séquestrent annuellement près de 50 % du carbone émis. Le reste du carbone s'accumule dans l'atmosphère et contribue aux changements climatiques (figure 2). Il est donc essentiel, dans notre stratégie de lutte contre les changements climatiques, de préserver et éventuellement d'accroître cette capacité des écosystèmes de séquestrer le carbone.

Figure 2

Flux anthropiques de carbone
(moyenne sur la période 2011-2020 en tC/an)

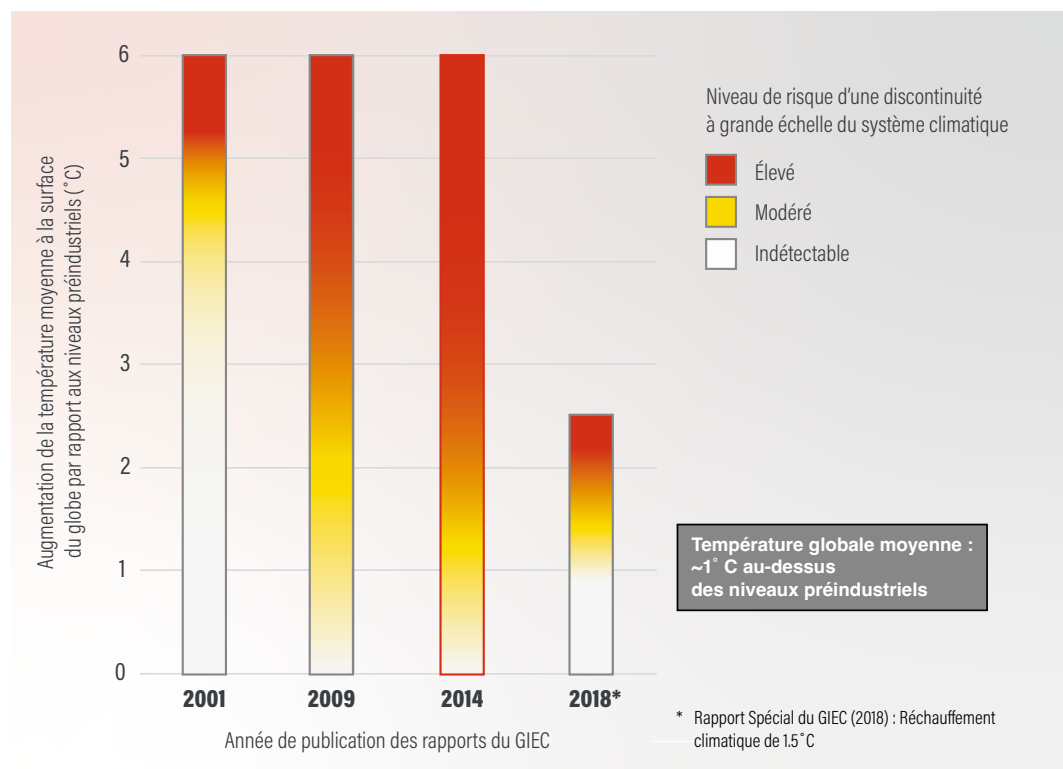


D'après Friedlingstein et coll. (2022, p. 1950).

Toutefois, les modifications climatiques peuvent se traduire par des processus autoentretenus de relâchement du carbone séquestré dans les différents biomes avec des risques accrus pour les écosystèmes et les communautés humaines (Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat, 2022a, p. 13). La structure des écosystèmes entre dans l'inconnu avec des impacts, parfois irréversibles (disparition d'espèces vivantes et appauvrissement du vivant dans sa diversité) ou du moins persistants et qui nécessiteront des mesures très coûteuses visant à les limiter. Lenton et ses collaborateurs (2019) rendent compte des révisions successives à la baisse, réalisées par le Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (GIEC) entre 2001 et 2018, de la température à partir de laquelle les « discontinuités à grande échelle » du système climatique deviennent un risque élevé (figure 3).

Figure 3

Niveau de risque d'une discontinuité à grande échelle du système climatique



Source : D'après Lenton et coll. (2019, p. 594).

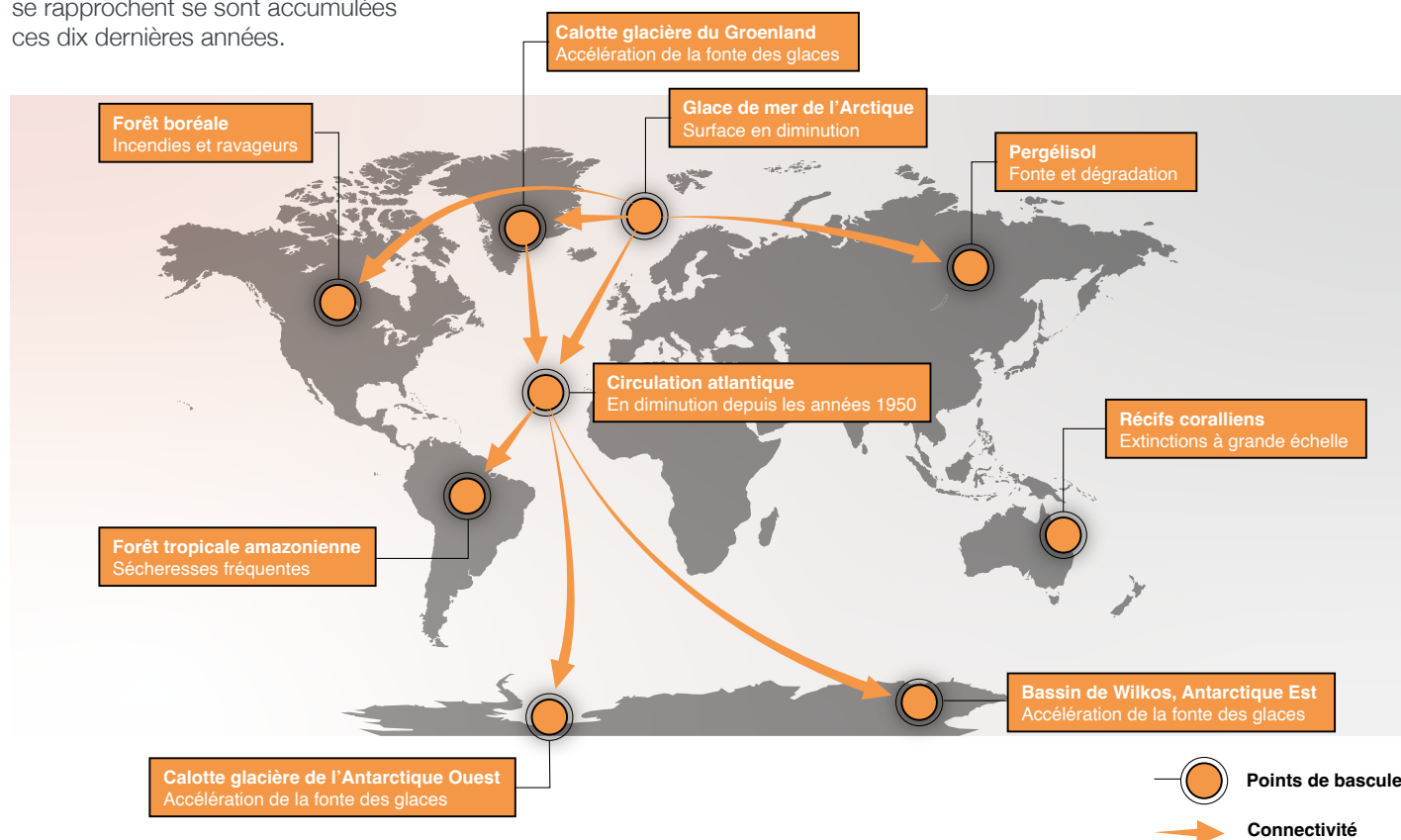
La forêt boréale québécoise fait partie des biomes qualifiés de points de bascule (figure 4). Préserver son équilibre devrait constituer au Québec un élément stratégique fondamental pour l'ampleur des incidences climatiques potentielles, son importance en matière de biodiversité et pour le caractère quasi-irréversible d'une éventuelle transformation (GIEC, 2021, p. 634). Selon le GIEC, le « dépérissement de la forêt boréale ne devrait pas modifier considérablement la concentration atmosphérique du CO₂ parce que la perte de forêt au sud est en partie compensée par : (i) l'invasion de la forêt tempérée dans les zones précédemment occupées par la forêt boréale; et (ii) gain de forêt boréale au nord » (2021, p. 740). Encore faut-il que la forêt boréale puisse s'adapter adéquatement à cette nouvelle réalité climatique. Dans ce contexte, maintenir les écosystèmes forestiers existants sains et fonctionnels est une contribution importante de l'affectation des terres pour limiter la hausse des températures à 1,5 °C en évitant les émissions et en maintenant des stocks de carbone stables (Dooley et coll. 2022 ; Messier et coll., 2022).

Figure 4

La forêt boréale comme l'un des points de bascule climatique

TIRER LA SONNETTE D'ALARME

Des preuves que les points de bascule se rapprochent se sont accumulées ces dix dernières années.

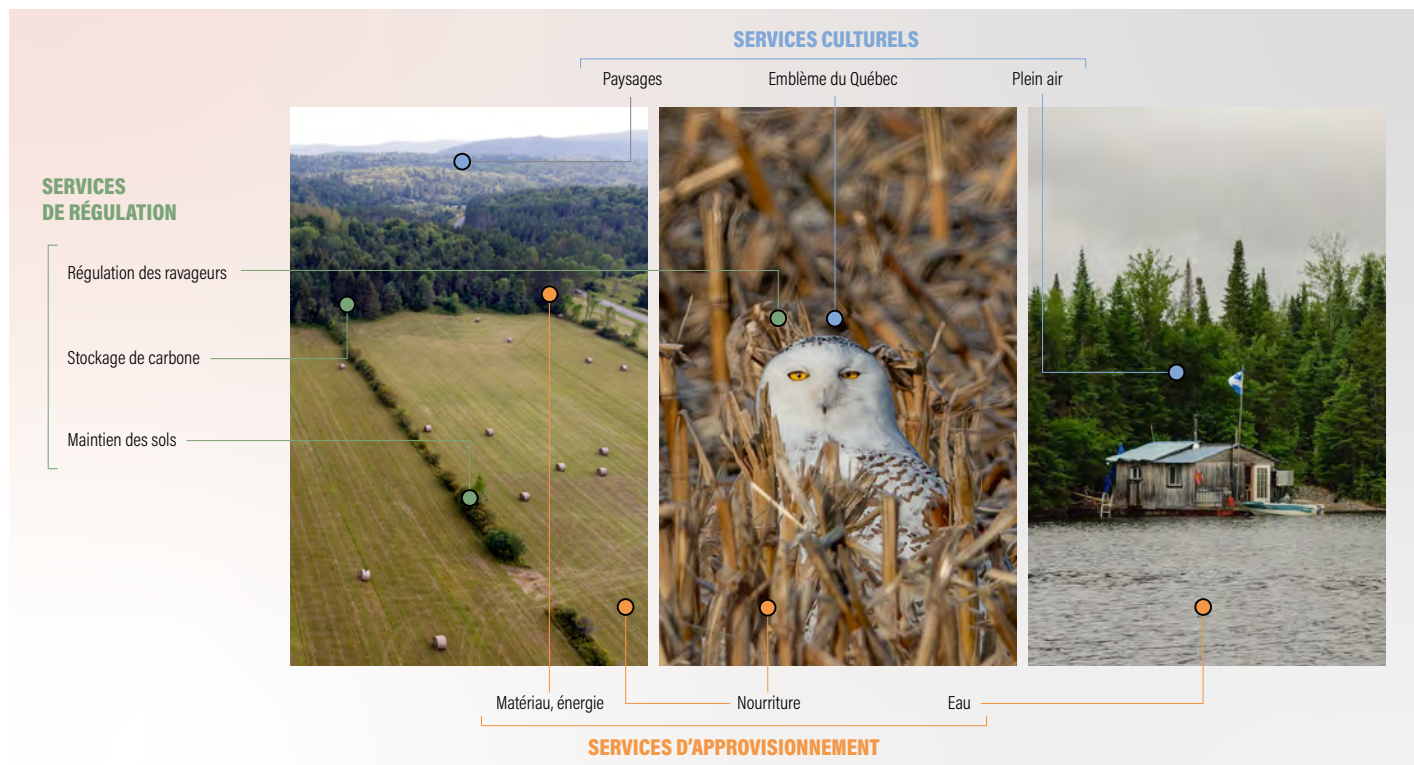


Source : D'après Lenton et coll. (2019, p. 595).

1.2 Les changements climatiques portent atteinte à la valeur des écosystèmes

Les écosystèmes fournissent des contributions variées à l'humanité. Les services écosystémiques sont communément regroupés selon leur fonction d'approvisionnement, leur fonction de régulation et leur fonction culturelle (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). Ces fonctions peuvent s'illustrer au Québec par des services écosystémiques au cœur de nos activités quotidiennes (figure 5).

Figure 5
Trois types de services écosystémiques



Source : Timothée Fouquerey.

Les services d'approvisionnement sont les plus concrets et peuplent notre quotidien par nos repas (nourriture, eau), nos vêtements (ex. : fibres de coton ou de laine), nos produits de consommation et d'hygiène (papier, carton, cellulose), notre énergie (hydroélectricité, bois de chauffage), nos logements (ex. : bois de construction) et nos médicaments (majeure partie de notre pharmacologie).

Les services écosystémiques dits de « régulation » sont directement et indirectement vitaux pour nos organismes et notre société. Les végétaux épurent l'air et l'eau tout en stockant du carbone, les bactéries et les champignons dégradent les matières résiduelles, les pollinisateurs sont essentiels à l'agriculture et à l'horticulture, et les racines préviennent l'érosion. En ce qui concerne la régulation du climat en particulier, la variété des organismes vivants et leurs interactions jouent un rôle central dans les dynamiques de relâchement et de séquestration de gaz à effet de serre par les écosystèmes. De plus, elles contribuent à la régulation des paramètres locaux du climat, à l'instar des façades et des toits végétalisés, qui assument un rôle positif d'écran (exposition au soleil) et de tampon thermique (Agence de la transition écologique, 2022). Le bon fonctionnement des écosystèmes permet ainsi d'accroître la résilience par rapport aux dérèglements climatiques.

La troisième catégorie de services tend parfois à être sous-estimée, alors qu'elle est constitutive de notre patrimoine et de notre identité. Les services culturels désignent les bénéfices tirés des activités récréatives de plein air, créatives (œuvres d'art inspirées de la nature, mosaïculture, land art, ébénisterie, etc.) et mentales. Les symboles officiels et officieux du Québec sont source de fierté et incarnent l'importance de notre rapport à la nature dans la définition de notre identité collective et individuelle, comme l'érable à sucre, le bouleau jaune (familièrement nommé « merisier ») ou le harfang des neiges.

De nombreux éléments naturels sont indissociables d'une part majeure de la culture et de l'identité des peuples autochtones, qu'il s'agisse des mammifères marins pour – entre autres – les Inuits ou du caribou pour les Premières Nations du Québec et du Labrador. Le caribou, un bon indicateur écologique de la santé des forêts anciennes, représente aussi un lien sacré et fait partie intégrante de l'identité culturelle des Premières Nations du Québec. Son déclin engendre une rupture culturelle compromettant la transmission de certaines de leurs pratiques traditionnelles (Gouvernement du Québec, 2022, p. 15).

Pour le Québec, les services écosystémiques comprennent des « ressources » naturelles essentielles à notre vitalité sociale et économique, et contribuent à façonner l'économie de plusieurs régions. Ils permettent le déploiement de filières économiques majeures au Québec comme pour l'agriculture, la foresterie, la pêche ou le secteur énergétique. C'est également le cas pour le tourisme, la chasse ou la pêche récréative.

Les services écosystémiques comprennent également des services de régulation essentiels, souvent irremplaçables, ainsi que des services qui possèdent une forte valeur d'usage, de culture ou d'existence sans que cette valeur ne s'exprime sous une forme marchande ou monétaire. Ils contribuent néanmoins fortement à notre richesse collective et doivent faire l'objet de dispositifs de suivi fiables pour alimenter la prise de décisions. À ce chapitre, rappelons qu'au Québec, comme il a été mentionné dans le précédent avis du Comité qui portait sur la carboneutralité (2021), le secteur de l'affectation des terres, du changement d'affectation des terres et de la foresterie n'est pas comptabilisé dans l'Inventaire québécois des émissions de gaz à effet de serre. Cette lacune devra être corrigée pour établir la contribution de ce secteur à l'atténuation des changements climatiques et ensuite fixer des cibles ambitieuses et réalistes.

Les changements climatiques affectent la qualité et l'ampleur de l'ensemble des services écosystémiques en induisant des stress thermiques et hydriques continus ainsi qu'en favorisant des événements météorologiques extrêmes, notamment des vagues de chaleur. La dégradation des services écosystémiques se traduit donc par des pertes importantes, exprimées ou non par une valeur marchande, et contribue aux coûts des changements climatiques. De plus, ces services contribuent à la régulation du climat en captant une part des émissions de carbone et possèdent une valeur essentielle dans une perspective de transition vers la carboneutralité. Ce cadre des services écosystémiques illustre la nécessité de revoir notre rapport à la nature, de reconnaître que les services que l'humain retire de l'environnement vont bien au-delà de la valeur marchande de ces « ressources » et que l'ampleur de même que le maintien de ces services écosystémiques sont essentiels à notre bien-être.

Cette redéfinition du rapport à la nature peut également se manifester par une prise en compte plus large du droit de la nature. Ce changement de paradigme peut se traduire par une approche moins centrée sur le bien-être, donc moins anthropocentrique, une approche où l'environnement doit être protégé pour sa valeur intrinsèque¹⁰. Il faut également souligner que les peuples autochtones entretiennent une conception de la nature qui diffère du cadre de services écosystémiques présenté ici. Cette conception est plutôt basée sur un respect réciproque dans la relation avec la nature, y compris la flore et la faune qui y habitent. Une étude de Bélisle et de ses collaborateurs (2021), menée conjointement avec deux communautés des Premières Nations du Québec, soit la communauté anishnabe de la Première Nation Abitibiwinini et la communauté crie d'Oujé-Bougoumou, présente une adaptation du cadre des services écosystémiques de manière qu'il corresponde aux valeurs et aux perspectives autochtones. L'abondance, la qualité, l'accès et l'expérience sont les quatre dimensions auxquelles les communautés se réfèrent pour apprécier la contribution des écosystèmes au bien-être

10. Cette redéfinition du rapport à la nature pourrait éventuellement se traduire en termes juridiques par la reconnaissance d'un devoir fiduciaire de l'État à l'égard de la protection de l'environnement (voir notamment Roy, 2021).

des générations actuelles et futures que ce soit en ce qui a trait aux moyens de subsistance qu'aux éléments culturels et identitaires (Bélisle et coll., 2021).

Finalement, les services écosystémiques bénéficient à l'ensemble de la population du Québec, dont la population urbaine, et doivent être analysés en fonction de l'équité sociale. Par exemple, le Plan directeur du sport et du plein air urbains de la Ville de Montréal, publié en 2018, montre comment le manque d'accessibilité aux espaces verts est criant dans les quartiers défavorisés, où vivent davantage les communautés racisées. Ces espaces représentent 3,6 % de la superficie de l'arrondissement de Saint-Laurent, comparativement à 11,4 % en moyenne dans la métropole (Ville de Montréal, 2018, p. 36). Cela favorise les îlots de chaleur, qui font grimper considérablement la température et peuvent entraîner d'importantes conséquences pour la santé. Il ne fait aucun doute que les inégalités engendrées par la perte de ces services naturels affectent certaines populations plus que d'autres en fonction de leur position socioéconomique ou géographique ou encore en raison de la relation culturelle qu'elles entretiennent avec ces services.

1.3 Les impacts actuels et futurs des changements climatiques sur la biodiversité au Québec

Les impacts cumulés des changements climatiques et du développement anthropique des dernières décennies influencent déjà la biodiversité. Ces impacts peuvent se traduire par des modifications des services écosystémiques contribuant ensuite, par rétroaction, aux changements climatiques.

Selon la plus récente édition du Living Planet Index (WWF, 2022, p. 4), les populations d'espèces sauvages ont connu une diminution de 69 % à l'échelle mondiale et cette perte de biodiversité s'élève à 20 % à l'échelle nord-américaine pour la période 1970-2018. À l'échelle internationale, 75 % des environnements terrestres et 66 % des environnements maritimes ont été sévèrement dégradés par l'homme, tandis qu'un million d'espèces animales ou végétales seraient en danger d'extinction, dont 40 % des amphibiens, environ 10 % des insectes et 33 % des mammifères marins (Pörtner et coll., 2021).

Le Québec n'échappe pas à cette tendance (Auzel et coll., 2021) avec pas moins de 324 espèces de plantes et 153 espèces de vertébrés en situation précaire en 2020 (MELCC, 2022)¹¹.

Les facteurs contribuant à cet effondrement de la biodiversité sont relativement les mêmes à l'échelle mondiale, même s'ils ont une importance relative différente selon les contextes géopolitiques et les écosystèmes. Les changements climatiques sont un facteur direct qui exacerbe l'impact d'autres facteurs sur la nature et le bien-être humain. Outre la question climatique, les principaux facteurs directs sont la modification de l'utilisation des terres et des mers (déforestation, monoculture intensive, urbanisation), l'exploitation directe des ressources (chasse, pêche), la pollution et les espèces exotiques envahissantes (IPBES, 2019).

Les chaînes d'impacts : du climat à la biodiversité

La température est le facteur climatique le plus structurant de la biodiversité du Québec (Berteaux et coll., 2014). Les basses températures hivernales et la courte saison estivale limitent notamment la

11. Voir Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (2022) ainsi que de Biodiversité Québec (2022) pour une synthèse de la situation de la biodiversité au Québec. Alberti-Dufort et ses collaborateurs (2022) présentent également une synthèse intéressante des impacts climatiques, y compris ceux sur la biodiversité.

répartition nordique de beaucoup d'espèces. Les précipitations imposent également des limites pour la répartition des espèces, mais ces limites sont souvent influencées par la température à cause des phénomènes de gel et d'évaporation.

Au Québec, la modification accélérée de ces deux facteurs dans un contexte de changements climatiques se traduit par l'émergence de deux aléas pouvant engendrer diverses conséquences : la hausse des températures moyennes et l'augmentation de la variabilité des cycles hydrologiques. Ces deux phénomènes affectent la biodiversité différemment, mais se combinent pour exercer des pressions soudaines (chocs) ou graduelles (stress) sur les milieux naturels.

Concrètement, le réchauffement des températures moyennes cause le déplacement et la contraction rapide des aires de distribution et des niches bioclimatiques. Avec les changements climatiques, des transformations qui s'opéraient sur des milliers d'années ne requièrent dorénavant que quelques décennies (GIEC, 2021, p. 6).

Dans une étude publiée en 2014, Berteaux et ses collaborateurs estimaient que les niches bioclimatiques du Québec pourraient se déplacer en moyenne d'environ 45 km vers le nord par décennie, soit de 500 à 800 km à la fin du siècle. Les incertitudes relatives à cette estimation sont toutefois à souligner étant donné que, pour « les espèces à démographie lente et à dispersion limitée, tels que les arbres, les décalages entre le changement climatique et les changements de distribution sont susceptibles d'augmenter à l'avenir. De tels retards peuvent être d'une importance critique pour la gestion des forêts et la biodiversité, car elles peuvent entraîner une "dette d'extinction", où les populations persistent temporairement dans des conditions inadaptées, et des "crédits de colonisation", lorsque des emplacements appropriés ne sont pas occupés en raison d'une démographie lente et d'une dispersion limitée » (Talluto, 2017).

La rapidité de ces modifications biogéographiques nuit au fonctionnement des écosystèmes, en particulier des écosystèmes forestiers, et appauvrit la biodiversité de manière globale en créant des assemblages d'espèces mal adaptés au climat local et en fragilisant les réseaux trophiques. À partir de ce point, les chaînes d'impacts se multiplient et empruntent une grande variété de trajectoires avec une dégradation globale des services écosystémiques.

Les conséquences de l'appauvrissement de la biodiversité pour la société

Ces perturbations ont des répercussions sur les activités humaines en affectant celles du secteur primaire (agriculture, foresterie extractive, pêche) et l'efficacité des services écosystémiques.

Dans le secteur agricole, la détérioration des écosystèmes appauvrit la biodiversité, en particulier la présence de pollinisateurs, et affecte la fertilité des sols de même que la régulation du cycle de l'eau. La décontamination des sols et des eaux ainsi que la protection des cultures se trouvent également amoindries (Dasgupta, 2021). La perte de la biodiversité rend les systèmes alimentaires moins résilients par rapport aux chocs climatiques (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2022, p. 7). Au Québec, les « modifications du climat pourraient aussi favoriser la prolifération, la dispersion et l'introduction de certaines maladies, de mauvaises herbes et d'espèces exotiques envahissantes [...]. La pression croissante des ennemis des cultures risque d'influencer l'utilisation des pesticides entraînant des répercussions sur la qualité de l'environnement et sur la santé humaine » (Alberti-Dufort et coll., 2022, p. 63).

Dans le secteur forestier, de 5 à 20 % des habitats pourraient devenir inadéquats au cours du siècle, ce qui provoquera des changements importants dans la composition et le fonctionnement des écosystèmes forestiers du Québec (Boulanger et coll., 2017), affectant la planification et l'exploitation des ressources forestières. La plupart des études scientifiques en lien avec les changements climatiques prévoient une augmentation de la superficie brûlée, de la longueur de la saison ainsi que de l'occurrence et de

l'intensité des feux d'ici la fin du 21^e siècle. Toutefois, pour « la période 2011-2019, le feu n'a pas eu d'impact significatif sur la biodiversité puisque le nombre moyen de feux de forêt, comme la superficie moyenne touchée par les feux dans la zone de protection intensive entre 2011 et 2019, a été inférieur à la moyenne observée depuis 1990 (653 feux en 1990-2019 contre 419 pour la période 2011-2019). La superficie moyenne touchée a elle aussi baissé, passant de 73 620 ha pour la moyenne des 30 dernières années à 14 794 ha entre 2011 et 2019 » (MELCC, 2022, p. 38). De plus, les « effets des changements climatiques sur les épidémies de TBE [tordeuse des bourgeons de l'épinette] risquent d'être importants puisqu'il s'agit d'un insecte ectotherme, c'est-à-dire que sa physiologie est directement influencée par la température ambiante. Ainsi, un réchauffement au Québec devrait causer un déplacement des populations vers le nord » (MELCC, 2022, p. 38).

Les écosystèmes aquatiques sont aussi amenés à changer. Par exemple, il est anticipé que les habitats thermiques optimaux de différents salmonidés déclineront, particulièrement dans le Nord du Québec, entraînant leur disparition durant l'été dans certains lacs peu profonds en raison de la hausse des températures de l'eau (Alberti-Dufort et coll., 2022). De plus, depuis 2012, « la tendance au réchauffement des eaux du golfe du Saint-Laurent s'alourdit, principalement à cause des fortes températures profondes, attribuées au changement de la proportion des eaux chaudes du Gulf Stream et froides du Labrador qui constituent les eaux profondes du golfe du Saint-Laurent, mais aussi en raison de l'acidité et d'une diminution de l'oxygène dissous des eaux profondes de l'estuaire du Saint-Laurent, qui ont atteint des niveaux records » (MELCC, 2022, p. 37).

Les impacts des changements climatiques sur la biodiversité ont de fortes conséquences sur la qualité et le mode de vie des peuples autochtones. La détérioration de la biodiversité a un effet sur leur accès aux ressources, ce qui engendre chez eux de l'insécurité alimentaire et des transformations dans leur alimentation pouvant causer des problèmes de santé. Il est à noter que la migration de plusieurs espèces en raison des changements climatiques pourrait créer un décalage entre les limites actuelles des territoires autochtones et la distribution des animaux et des plantes fortement reliés à leur survie culturelle. Au-delà de l'accès aux ressources, la détérioration de la biodiversité a un impact important sur l'usage du territoire à des fins de pratiques et de partages culturels (Reyes-García et coll., 2022, p. 87).

De façon globale, les modifications biogéographiques rapides qui auront lieu au cours des prochaines décennies du fait des changements climatiques, dont les impacts peuvent être aggravés par la fragmentation anthropique (routes, villes, cultures) ou naturelle (côtes, fleuve) des habitats, peuvent mener à l'extinction de certaines espèces animales et végétales n'ayant pas la capacité de suivre le rythme de déplacement.

L'évolution paradoxale de la biodiversité au Québec

L'augmentation des températures a et aura des conséquences importantes sur plusieurs espèces indigènes. Elle est également susceptible d'accroître au Québec la niche écologique de certaines espèces. C'est ce qu'on appelle le paradoxe de la biodiversité nordique (Berteaux et coll., 2010). En se réchauffant, le climat offrira des conditions favorables à un nombre grandissant d'espèces et fera augmenter leur nombre total au Québec (Berteaux et coll., 2014). Ainsi, bien que la biodiversité globale soit à risque et appelée à diminuer, elle est susceptible d'augmenter « localement » au Québec sous l'effet du réchauffement. Berteaux et ses collaborateurs (2018) anticipent à ce chapitre un taux de renouvellement de la biodiversité de 80 % d'ici la fin du siècle.

Cependant, à cause de la rapidité des changements, des écosystèmes fonctionneront moins bien dans le futur que présentement et participeront à l'introduction d'espèces non désirées. Phénomène déjà bien médiatisé, la prolifération de plusieurs espèces envahissantes, dont certaines exotiques, sera exacerbée par les changements climatiques (Atwoli et coll., 2021; Institut national de santé publique du Québec, 2021). La propagation de certains parasites, ravageurs, pathogènes ou espèces envahissantes

représente un enjeu économique pour le secteur agricole lorsqu'on observe les dommages causés aux cultures. La prolifération des espèces envahissantes engendre également des enjeux importants dans les milieux aquatiques avec, par exemple, la multiplication des moules zébrées et ses conséquences importantes sur les infrastructures municipales.

De plus, il s'agit d'un enjeu important de santé publique. De façon globale, des « écosystèmes prospères sont essentiels à la santé humaine, et la destruction généralisée de la nature, y compris des habitats et des espèces, érode l'eau et la sécurité alimentaire et augmente le risque de pandémies » (Atwoli et coll., 2021). Selon la dernière édition du *Lancet Countdown on Health and Climate Change*, les changements climatiques s'intensifient sans relâche. L'aggravation de ses effets secoue de plus en plus les fondements de la santé et du bien-être humains, exacerbant la vulnérabilité des populations mondiales aux menaces sanitaires concomitantes (Romanello et coll., 2022). À l'échelle québécoise, ces liens étroits entre santé et changements climatiques peuvent s'illustrer par les maladies à transmission vectorielle comme la maladie de Lyme, véhiculée dans l'est de l'Amérique du Nord par la tique à pattes noires (Institut national de santé publique du Québec, 2021). Selon les modélisations climatiques, on estime qu'entre 2015 et 2065, la multiplication des expositions ainsi que le manque de sensibilisation à cette maladie coûteront de 60 à 95 millions de dollars au gouvernement, selon la vitesse de prise en charge. Le coût estimé pour la société est bien plus élevé, allant de 744 à 1 850 millions de dollars en raison d'une perte significative de productivité particulièrement due aux détections tardives de la maladie (Larrivée et coll., 2015). Dans la dernière mise à jour du portrait québécois de la situation liée à la maladie de Lyme, l'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ) estimait que le risque de contraction de cette maladie évolue continuellement sur le territoire québécois. C'est le cas, par exemple, du sud-ouest de l'Outaouais et de la Mauricie-et-Centre-du-Québec, qui ont enregistré une augmentation du nombre de cas avec quelques municipalités endémiques au cours des dernières années couvertes par l'étude (INSPQ, 2021).

La biodiversité marine et les changements climatiques

Une chaîne d'impacts découle de la modification du milieu marin québécois par la hausse du niveau de la mer, de l'intensité ou de la fréquence des tempêtes maritimes et des vagues de chaleur marines. L'accélération de l'érosion des berges et de la submersion marine figure parmi les conséquences associées à ces aléas. Face à ces impacts, les écosystèmes côtiers comme la forêt de zostère marine ou les marais maritimes à scirpe sont particulièrement vulnérables puisqu'ils subissent un phénomène de « coincement côtier » entre les pressions causées par les assauts grandissants de la mer et l'impossibilité de se déplacer en raison des routes côtières en Gaspésie, sur la Côte-Nord et aux Îles-de-la-Madeleine (Bernatchez et Quintin, 2016; Lemmen et coll., 2016). Plus de 50 % des superficies d'écosystèmes côtiers n'ont pas la possibilité de migrer et pourraient disparaître si la réponse reste la même sur le plan de l'adaptation (Bernatchez et coll., 2016). La dégradation de ces écosystèmes risque d'engendrer des effets pervers étant donné qu'ils joueront moins que par le passé leur rôle dans la protection du littoral et des berges devant l'énergie accrue des vagues prévue pour le climat futur, ce qui constituera en retour un facteur de stress additionnel pour ces écosystèmes. Le stress auquel seront exposées les niches bioclimatiques marines (ex. : oiseaux nicheurs dans les falaises meubles; Stewart et coll., 2015), la mortalité de masse et les floraisons toxiques (ex. : marée rouge d'*Alexandrium* en 2008; Starr et coll., 2017) sont également des conséquences potentielles associées à ces perturbations du milieu marin québécois.

Par ailleurs, les changements climatiques entraînent, dans l'estuaire du golfe du Saint-Laurent, une diminution de la concentration en oxygène de l'eau et des changements dans les températures de celle-ci. Ces phénomènes pourraient causer une mortalité au sein de différentes espèces. Dans certains cas, ces enjeux semblent irréversibles ou du moins se traduire par des patrons de modification à très long terme. La sauvagine et plusieurs espèces de mollusques et de poissons pourraient être affectées. Par exemple, le crabe des neiges, qui doit être maintenu dans des eaux allant de 0 à 2 °C

pour se développer, est menacé par l'augmentation de la température des eaux due aux changements climatiques. Ces changements auront un impact négatif sur la rentabilité de la pêche commerciale de cette espèce (Gouvernement du Canada, 2021).

La biodiversité nordique et les changements climatiques

Les changements climatiques auront un effet marqué sur la biodiversité et les populations du Nord du Québec. Cette région se réchauffe plus rapidement que le Sud : les projections climatiques suggèrent des hausses de température pouvant atteindre 9 °C d'ici 2100 dans le Nord, soit près du double de celles observées dans le Sud du Québec (Ouranos, 2015). Plusieurs écosystèmes et espèces nordiques seront fragilisés par ces nouvelles conditions climatiques. Depuis déjà plusieurs décennies, des changements sont observés et vécus par les populations nordiques, qui dépendent fortement des écosystèmes locaux pour leur alimentation et leur bien-être (Gagnon et coll., 2018). La migration des biomes boréaux vers le nord et l'accélération de la fonte du pergélisol figurent parmi les impacts importants des changements climatiques sur la biodiversité nordique (Alberti-Dufort et coll., 2022; Ouranos, 2015).

Certaines possibilités émergeront probablement. Ainsi, en se réchauffant, le climat offrira des conditions favorables à un nombre grandissant d'espèces nouvelles. Toutefois, la vitalité des nouveaux assemblages reste encore incertaine (Berteaux et coll., 2014).

Des impacts sur le système physique et géochimique qui soutient la biodiversité sont aussi à considérer. En effet, le réchauffement des climats arctique et subarctique transforme également le sol qui accueille la migration nordique des espèces. Graduellement, l'albédo s'amenuise dans les espaces nordiques. La toundra herbacée se transforme en toundra arbustive et des arbres se développent sur les plateaux, ce qui modifie la façon dont la neige se répartit sur le sol et reconfigure le régime des températures (Berteaux, 2018). Le dégel du pergélisol est notamment accéléré par l'augmentation de l'épaisseur de la neige en hiver, l'affaiblissement de l'albédo et la hausse des quantités de pluie en été (Auzel et coll., 2012). En plus de libérer de grandes quantités de GES dans l'atmosphère et de créer des mares qui favorisent la prolifération des virus et d'autres contaminants dans les zones organiques dégelées, la fonte du pergélisol amoindrit considérablement les conditions du sol pour les populations et favorise les glissements, les tassements et les affaissements de terrain (Hachem et Bleau, 2020). Ce phénomène menace, entre autres, l'intégrité des infrastructures résidentielles, municipales et de transport, en plus d'entraîner une augmentation des coûts d'entretien et de réparation. Ces impacts sur les infrastructures essentielles en matière de transport peuvent avoir un effet sur l'approvisionnement en denrées alimentaires et l'accès à celles-ci dans les petites communautés éloignées, où de nombreux produits sont parfois très coûteux (Henning et Bleau, 2017).

2. DES APPROCHES FONDÉES SUR LES ÉCOSYSTÈMES VIABLES SUR LE PLAN ÉCOLOGIQUE

La partie 1 de cet avis illustre, de façon sommaire, l'étendue des impacts des changements climatiques sur la biodiversité. Elle mettait en relief une relation unidirectionnelle entre climat et biodiversité dans laquelle les changements climatiques induisent une perte majeure de services écosystémiques, ce qui affecte négativement l'équilibre écologique et le bien-être humain. Toutefois, les liens entre climat et biodiversité ne se limitent pas à ces impacts étant donné que des approches fondées sur les écosystèmes¹² peuvent contribuer aux efforts mondiaux d'atténuation, comme le rappellent les divers rapports du GIEC et la cible 8 du projet de cadre mondial de la biodiversité pour l'après-2020.

Dans son premier avis, le Comité mentionnait que « l'exercice de quantification de ce potentiel présente de nombreuses limites et zones d'incertitude. Pour donner un ordre de grandeur, toutefois, une étude récente (Drever et collab., 2021) évalue le potentiel de séquestration des solutions biologiques à 78,2 Mt éq. CO₂ par année pour l'ensemble du Canada, soit environ 11 % des émissions canadiennes. [...] des études concernant le Québec devraient être menées pour déterminer avec plus de précision le potentiel de captation sur son territoire et pour élaborer les solutions de retrait de GES à considérer en priorité. Elles permettraient également d'effectuer un suivi des pressions grandissantes sur les écosystèmes du Québec, en particulier dans sa partie méridionale, soit celle qui présente le potentiel de captation le plus grand et qui est la plus susceptible de connaître un changement d'affectation des terres compte tenu de la pression découlant, entre autres, de l'étalement urbain » (Comité consultatif sur les changements climatiques, 2021, p. 23). Il rappelait également l'importance de miser d'abord, dans la trajectoire vers la carboneutralité, « sur la réduction des émissions de gaz à effet de serre, comprenant l'évitement des émissions ainsi que la conversion et la sobriété énergétiques [...]. Le recours aux mesures de captage et de séquestration naturelles ou technologiques devrait rester, en comparaison, limité et permettre de compenser seulement des émissions résiduelles dont l'élimination serait très coûteuse et perturbatrice » (Comité consultatif sur les changements climatiques, 2021, p. 26).

En ce qui a trait à cette dynamique climat-biodiversité, Mori et ses collaborateurs (2021) soulignent que, si les liens étroits entre ces deux éléments ont été reconnus, l'attention a été majoritairement accordée à une relation unidirectionnelle, soit aux changements climatiques en tant que cause de la perte de la biodiversité. Le changement climatique devrait ainsi devenir un moteur de plus en plus important pour la perte de biodiversité et son interaction avec d'autres facteurs majeurs, tels que le changement d'affectation des terres, accélérera ses impacts sur la biodiversité. Toutefois, une meilleure gestion et la restauration des écosystèmes naturels, tels que les forêts, les terres côtières et les tourbières, pourraient produire de multiples avantages pour la société, notamment la conservation

12. Qualifiées également de solutions fondées sur la nature qui sont « des actions visant à protéger, gérer de manière durable et restaurer des écosystèmes naturels ou modifiés, pour relever directement les enjeux de société de manière efficace et adaptative tout en assurant le bien-être humain et des avantages pour la biodiversité » (Union internationale pour la conservation de la nature, 2020).

de la biodiversité et la séquestration du carbone. C'est pourquoi l'Organisation des Nations Unies a déclaré la période 2021-2030 « décennie de la restauration des écosystèmes » afin de garantir la pérennité des services écosystémiques tels que l'élimination du carbone de l'atmosphère. Cependant, les solutions climatiques naturelles ne prennent pas adéquatement en compte la biodiversité, les objectifs concernant la biodiversité sont souvent réduits à une cible de conservation, et les politiques de protection de la biodiversité ne sont pas encore considérées comme un puissant facteur de stabilisation du climat (Mori et coll., 2021).

Compte tenu de ces incertitudes, le principe de précaution doit guider l'action dans la lutte contre les changements climatiques. Il doit se traduire d'abord par des investissements massifs en faveur de l'atténuation des émissions de GES. La lutte doit également reposer sur des écosystèmes fonctionnels pouvant minimalement continuer à jouer leur rôle dans la captation et la séquestration du carbone et même, éventuellement, y tenir un rôle accru. Dans ce contexte, les mesures de protection de la biodiversité et des services écosystémiques qui en découlent deviennent essentielles à la lutte contre les changements climatiques.

Certes, les risques sont grands, compte tenu du niveau attendu de contribution pour le climat, de voir des conflits émerger et perdurer entre les objectifs climatiques et ceux concernant la biodiversité (OCDE, 2020a). Mais la conservation de la biodiversité n'est pas seulement une cible fondamentale en soi; elle « peut également être un élément essentiel de la solution à la crise climatique actuelle » (Mori et coll., 2021).

Le Rapport sur la contribution du Québec au plan stratégique de la Convention des Nations Unies sur la diversité biologique 2011-2020 et ses objectifs d'Aichi (MELCC, 2022) indique neuf pistes de réflexion à considérer en matière de biodiversité pour l'après-2020 :

- **Sensibilisation** : rendre les messages relatifs à la biodiversité plus visibles et plus accessibles;
- **Renforcement des capacités** : améliorer et développer les outils à la disposition des ministères, des municipalités locales et régionales, des communautés autochtones, des entreprises privées ainsi que des groupes de conservation et autres organismes;
- **Cohérence de la planification** : resserrer les liens entre la biodiversité, le développement durable et la lutte contre les changements climatiques dans les stratégies, les plans d'action et autres outils de planification du gouvernement du Québec, et assurer une cohérence des mesures visant ces trois domaines;
- **Aménagement du territoire et conservation des écosystèmes** : renforcer l'intégration de la biodiversité et sa conservation dans la planification des activités et l'aménagement du territoire à l'échelle locale, régionale et provinciale;
- **Solutions fondées sur la nature** : prioriser, particulièrement dans le Québec méridional, les solutions fondées sur la nature et les infrastructures naturelles, qui permettent de contrer la perte, la dégradation et la fragmentation des habitats tout en contribuant à la lutte contre les changements climatiques et à l'adaptation à ceux-ci;
- **Lutte contre la pollution** : adopter des outils stratégiques et des incitatifs permettant de réduire concrètement et efficacement les excès de production et de consommation;
- **Agriculture et alimentation durables** : favoriser une agriculture et des systèmes alimentaires durables, notamment grâce à des approches innovantes et à des avancées technologiques;

- **Participation des communautés autochtones** : accentuer les efforts relatifs au respect, à l'intégration et à la prise en compte des connaissances, des innovations et des pratiques traditionnelles des communautés autochtones qui présentent un intérêt pour la conservation et l'utilisation durable de la biodiversité;
- **Connaissances scientifiques** : poursuivre les investissements liés à l'acquisition et au partage de connaissances scientifiques concernant la biodiversité de l'ensemble du territoire.

La plupart de ces éléments contribuent directement ou indirectement à des approches interreliées de lutte contre les changements climatiques et de protection de la biodiversité. Dans la même optique, le présent avis traite de cinq domaines d'action publique qui sont particulièrement appelés à se transformer en adoptant une trajectoire compatible avec les objectifs climatiques et ceux visant la biodiversité :

- La conservation des milieux naturels;
- La foresterie;
- L'agriculture;
- L'aménagement du territoire et la gestion des infrastructures;
- Le suivi de l'information.

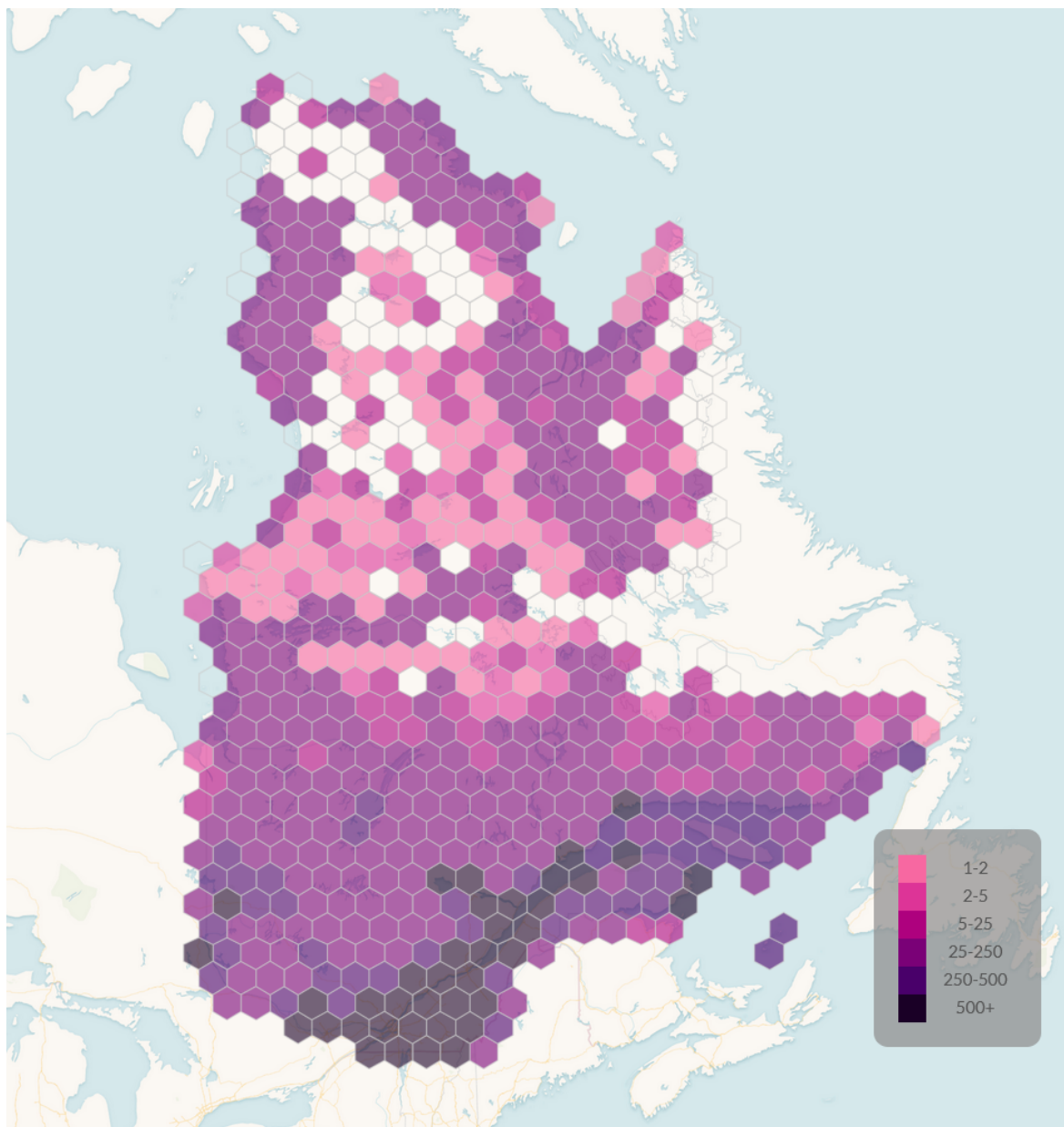
2.1 Conserver et restaurer au 21^e siècle

Compte tenu de l'évolution importante de la biodiversité dans les espaces nordiques comme ceux du Québec, les mesures de conservation doivent dorénavant intégrer les prévisions concernant le climat futur pour accélérer l'adaptation des écosystèmes sur tout le territoire québécois.

Pour que ce processus se déroule de manière efficiente, les espaces visés par des mesures de protection doivent atteindre une certaine masse critique, être connectés pour favoriser la migration et représenter une diversité d'habitats naturels sur l'ensemble du territoire québécois, en particulier sa partie méridionale (Auzel et coll., 2021). Ce processus doit également cibler les milieux naturels dont le potentiel de captation et de séquestration du carbone est élevé, à l'instar des zones humides.

L'importance de la biodiversité dans la partie méridionale du territoire s'illustre notamment par la variation du nombre total d'espèces (figure 6). Toutefois, la répartition actuelle des aires protégées au Québec ne reflète nullement l'importance de cette biodiversité dans la partie méridionale (figure 7). Des progrès devraient donc être effectués en ce sens.

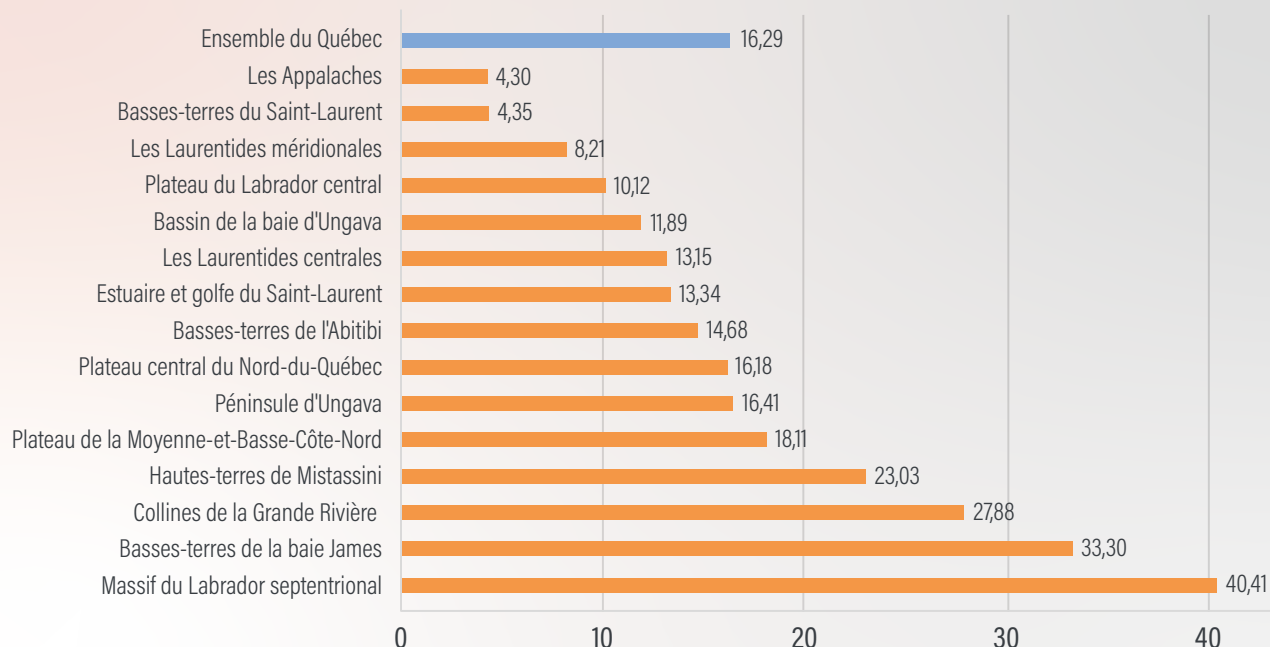
Figure 6
Répartition du nombre d'espèces sur le territoire
du Québec (toutes les espèces)



Source : www.biodiversite-quebec.ca (2022).

Figure 7

Proportions d'aires protégées selon la province naturelle en 2022



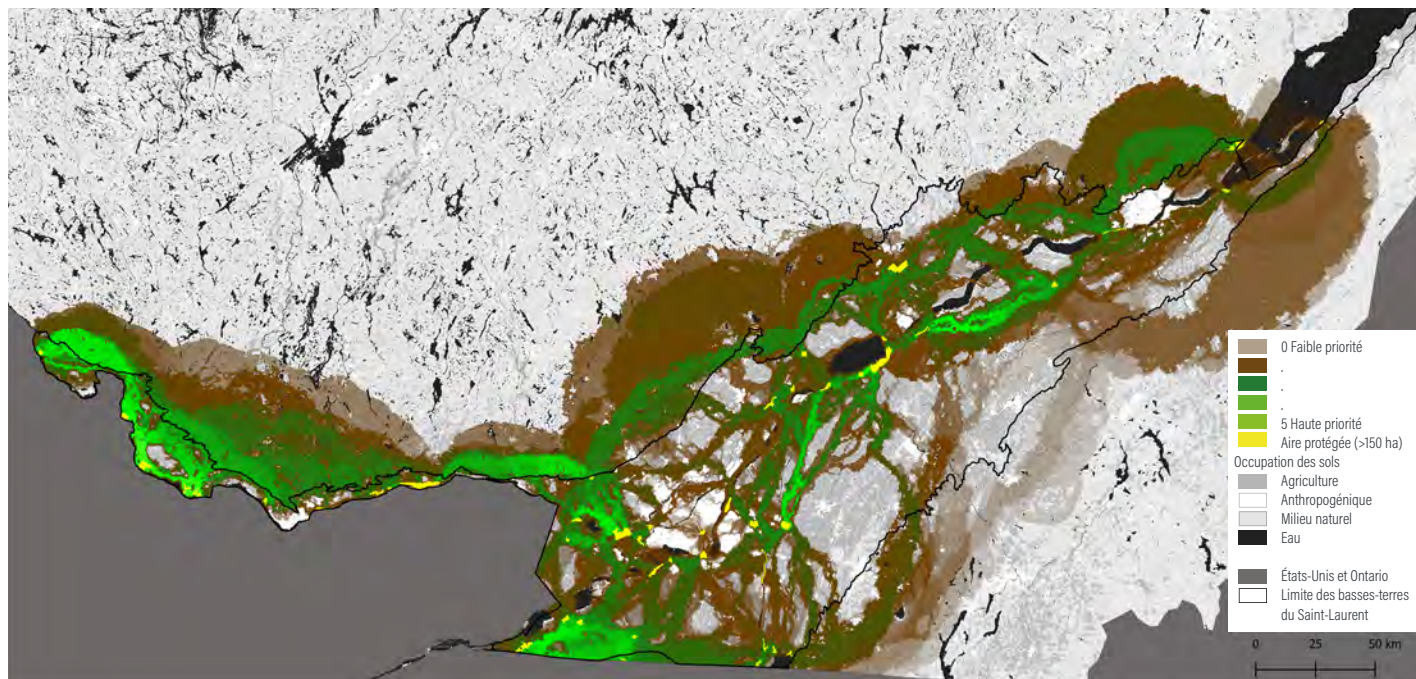
Source : Institut de la statistique du Québec (2022, p. 28)¹³.

Cependant, une logique de proportion protégée des superficies reste insuffisante. Des travaux portant sur la connectivité montrent que la biodiversité est menacée par la perte et la fragmentation des habitats, qui entravent le déplacement à travers le paysage. Ces pertes de connectivité sont associées au déclin et à la fragmentation des habitats convenables, principalement causés par l'expansion urbaine et les changements climatiques (Rayfield et coll., 2021). Il est possible de définir des priorités de conservation des milieux naturels en fonction de la qualité des parcelles d'habitat et des critères de connectivité issus de scénarios climatiques et de changements d'occupation des sols (figure 8). Ces « résultats soulignent l'importance de coordonner le développement urbain et les efforts de conservation du paysage dans toute l'étendue des basses-terres du Saint-Laurent, car la perte d'espace naturel dans un secteur se répercute à l'échelle de la connectivité régionale » (Rayfield et coll., 2021, p. 32). Ces travaux montrent également très bien l'importance d'intégrer ces enjeux de biodiversité aux enjeux climatiques à l'échelle régionale, notamment grâce aux orientations gouvernementales en matière d'aménagement du territoire (OGAT), à la mise en œuvre de la Politique nationale de l'architecture et de l'aménagement du territoire et à l'application d'une stratégie globale axée sur la biodiversité et interreliée à celle sur le climat.

13. À noter que l'annonce de l'atteinte de 17 % en milieux terrestres et en eau douce s'appuie sur l'engagement gouvernemental de protéger l'entièreté de l'île d'Anticosti, notamment à l'aide d'un nouveau statut de protection, soit l'aire protégée d'utilisation durable (APUD).

Figure 8

Priorités de conservation des milieux naturels
des basses-terres du Saint-Laurent



Source : Bronwyn Rayfield, Guillaume Larocque, Colin Daniel et Andrew Gonzalez.

Ce constat de la nécessité d'une approche globale ne s'établit pas qu'au Québec. Par exemple, l'étude du Conseil d'analyse économique français précise que « les politiques de préservation de la biodiversité ont des résultats décevants. Elles manquent de cohérence et s'appuient sur une protection trop fragmentée, souvent davantage centrée sur l'espèce ou l'animal que sur les écosystèmes » (Bureau et coll., 2020, p. 1). Les approches de conservation du patrimoine naturel centrées sur la protection d'espèces à statut spécifique et la conservation de territoires sous la forme d'un pourcentage d'aires protégées sont essentielles, mais insuffisantes. Il faut développer une approche plus écosystémique et revaloriser, de façon générale, ce patrimoine naturel dans les politiques publiques et les instruments de gestion. La nécessité de maintenir la biodiversité, la connectivité des milieux, l'intégrité écologique et la protection des capacités de séquestration du carbone devraient faire l'objet d'une analyse dans tous les projets de développement du territoire, comme ceux portant sur les infrastructures routières ou énergétiques, les activités minières ou industrielles et, de façon plus large, l'aménagement du territoire.

Les actions de conservation au Québec devraient également mieux intégrer la relation particulière que les peuples autochtones entretiennent avec la nature, une relation qui les habilite à être des acteurs clés dans l'élaboration de politiques de conservation de la biodiversité. Des changements sur le plan de la gouvernance sont essentiels pour favoriser l'inclusion des peuples autochtones dans la gestion des territoires et la préservation de la biodiversité (Reyes-García et coll., 2022, p. 84; Henderson et coll., 2022), et assurer une plus grande place aux systèmes de connaissances autochtones (M'sit No'kmaq et coll., 2021, p. 842). Cette gouvernance inclut le respect de leurs droits humains et territoriaux, qui constitue un élément de base de la préservation de la biodiversité du territoire.

Le 10 février 2021, l'Assemblée nationale a adopté à l'unanimité le projet de loi 46, qui visait à moderniser la Loi sur la conservation du patrimoine naturel (LCPN). Les modifications législatives habilitaient le gouvernement à élargir son éventail d'outils de protection et à accélérer les processus de création d'aires protégées. Un des objectifs de cette loi est directement lié aux communautés autochtones par la volonté de les impliquer davantage, ainsi que l'ensemble des citoyens, dans la création et la gestion des aires protégées. La LCPN reconnaît dorénavant le statut d'aire protégée d'initiative autochtone, qui vise à permettre « la conservation d'éléments de la biodiversité [...] qui sont d'intérêt pour une communauté ou une nation autochtone sur les terres du domaine de l'État » (article 4.3), et précise que la gestion peut également leur être déléguée¹⁴. La reconnaissance du rôle des peuples autochtones dans les mesures de conservation n'en est encore qu'à ses débuts. Beaucoup de connaissances doivent encore être acquises pour permettre le plein déploiement de ces mesures et pour que les peuples autochtones en tirent de réels avantages (Champagne-Côté, 2022, p. 9; Roy, 2021).

Plusieurs initiatives illustrent la nécessité d'une nouvelle gouvernance en matière de biodiversité pour une intégration adéquate des demandes des peuples autochtones :

- La rivière Magpie (Mutehekau Shipu) est la première au Canada à laquelle le statut de « personnalité juridique » a été conféré grâce à deux résolutions adoptées en collaboration par le Conseil des Innus d'Ekuanitshit et la municipalité régionale de comté (MRC) de Minganie en 2021.
- La communauté innue de Pessamit participe activement à la gestion des aires protégées situées au sein de leur Nitassinan. Par exemple, les Innus de Pessamit ont participé à la création de la réserve de biodiversité Uapishka, ils font partie de son comité de gestion et sont des partenaires actifs dans la protection et la surveillance de cette aire protégée.
- La stratégie crie de conservation régionale élaborée par le Comité Eeyou sur les aires protégées vise à assurer le respect des droits des Cris et à protéger leurs terres ancestrales, ainsi que la biodiversité terrestre et marine qui s'y trouve, pour les générations actuelles et futures, et ce, dans une vision de collaboration combinant les connaissances traditionnelles crie et les connaissances scientifiques occidentales.
- Dans le Nord-du-Québec, Parcs Nunavik (Parcs Nunavik, 2022a) administre le parc national Tursujuq, situé près de la côte est de la baie d'Hudson et près de la communauté inuite d'Umiujaq. D'une superficie de 26 107 km² (Parcs Nunavik, 2022b), il représente le plus grand parc national de l'est de l'Amérique du Nord continentale. Il protège un patrimoine culturel immense avec des traces d'occupation humaine qui datent de plus de 3 000 ans ainsi que d'anciens postes de traite des Inuits et des Cris (Parcs Nunavik, 2022b).

2.2 Transformer la gestion forestière

La mise en œuvre d'une gestion durable du domaine forestier doit permettre d'atteindre des résultats tangibles pour le climat et la biodiversité. Largement adoptées, la préservation et l'amélioration des stocks de carbone dans les forêts via des pratiques de gestion durable adaptées au contexte local présenteraient un potentiel d'atténuation des changements climatiques de 0,4 à 2,1 Gt éq. CO₂ par

14. L'article 12 de la LCPN prévoit ce qui suit : « Sous réserve de l'article 97, le ministre peut, par entente, déléguer à toute personne ou à toute nation ou à toute communauté autochtone tout ou partie des pouvoirs que lui attribue la présente loi ou qu'il détient au regard de la gestion d'un territoire qui relève de son autorité et qui fait l'objet d'une mesure de conservation en vertu de la présente loi ».

an à l'échelle internationale (Pörtner et coll., 2021, p. 61). De plus, le bois peut se substituer à des matériaux dont la production émet une grande quantité de gaz à effet de serre et le recours optimal aux produits forestiers pourrait éviter l'émission de CO₂ (Pörtner et coll., 2021, p. 52).

Les changements climatiques et des événements météorologiques extrêmes plus fréquents que par le passé engendrent toutefois de nombreuses conséquences sur les forêts et sur leur potentiel de séquestration, notamment des mégafeux de forêt et l'apparition de nouvelles espèces envahissantes ainsi que de nouveaux agents pathogènes (Pörtner et coll., 2021, p. 61).

Face à ce risque, il faut réduire les émissions de GES engendrées par les pratiques forestières. Il importe également de viser à s'adapter et à construire des forêts diversifiées résilientes à l'égard des changements climatiques. On accroîtra ainsi durablement la productivité et les revenus du secteur, notamment par l'investissement dans l'équipement et la formation¹⁵.

Dans une étude de modélisation des impacts climatiques sur la forêt de la région du Saguenay-Lac-Saint-Jean, le forestier en chef conclut que « le maintien de la stratégie d'aménagement actuelle sous changements climatiques risque de mener à des conditions forestières inacceptables quant à la pérennité de la ressource forestière. Bien que les résultats de certaines modalités d'adaptation, telles que l'intensification de l'aménagement et l'enrichissement en feuillus, démontrent qu'il est possible d'atténuer les impacts des changements climatiques, des actions doivent être entreprises aujourd'hui pour s'assurer que la forêt du futur soit à la hauteur des attentes de la collectivité. Il faut donc définir de façon collaborative une vision pour la forêt de demain et agir en conséquence rapidement » (Forestier en chef, 2020, p. 54). De la même façon, pour Vieira et ses collaborateurs (2022), « la gestion forestière liée aux actions de plantation pourrait aider l'écotone boréal-tempéré à suivre le rythme des changements climatiques. Des expériences futures sont nécessaires pour tester ces attentes théoriques et faire des recommandations opérationnelles ».

De manière générale, la diversification des arbres à exploiter et la réduction de l'échelle des projets de reforestation, qui vise à ce qu'ils correspondent davantage au contexte socioécologique, présentent une meilleure adaptabilité au climat futur (Pörtner et coll., 2021, p. 53). Des innovations dans la sélection des espèces, tenant compte des projections climatiques, ainsi que dans les pratiques de gestion pendant la croissance et lors de la récolte de la ressource sont à considérer. De plus, pour Depardieu et ses collaborateurs (2021), il est « pertinent d'identifier la variabilité génétique naturelle des espèces en lien avec leurs capacités d'adaptation génétique pour sélectionner et planter des arbres plus résilients aux futures contraintes climatiques ». Ainsi, pour les gestionnaires forestiers, l'adaptation au stress hydrique devient une priorité dans les efforts de reboisement et la sélection génomique pourrait contribuer à fournir une réponse à cette problématique (Laverdière et coll., 2022). Quant à Messier et à ses collaborateurs (2019), ils proposent, dans cette perspective, un mode de gestion par un réseau complexe fonctionnel basé sur « l'optimisation de la diversité des espèces d'arbres avec des traits écologiques spécifiques et la connectivité entre les peuplements pour favoriser l'adaptabilité et la résilience à l'échelle du peuplement et du paysage ».

Dans ce contexte, la restauration de l'écosystème forestier pourrait nous aider à nous rapprocher de l'objectif de maintenir la hausse de la température à 1,5 °C uniquement lorsqu'elle est associée aux réductions les plus ambitieuses des émissions de tous les secteurs (Dooley et coll., 2022).

15. Voir notamment le concept « Climate Smart Forestry ».

2.3 Revoir les pratiques agricoles

Plusieurs avenues sont à considérer pour limiter la pression de l'agriculture sur l'utilisation des sols et la biodiversité (Leavitt et coll., 2021, p. 17), et pour que les sols agricoles captent davantage de CO₂ atmosphérique (Zomer et coll., 2017). Elles ont comme dénominateur commun un soutien à la diversification des espaces agricoles de même que des pratiques de gestion des terres et du bétail tenant compte des possibilités et des contraintes locales. En effet, des modes de production diversifiés accroissent la résilience des systèmes agricoles à l'égard des chocs climatiques et permettent à l'agriculture de mieux jouer son rôle dans la fourniture de biens et de services écosystémiques (Therond et Duru, 2019).

La gestion des sols en culture, des engrais azotés et des amendements organiques est à privilégier dans l'optique d'une contribution du secteur agricole aux efforts québécois de réduction des émissions de GES. Rappelons que, de 1990 à 2019, les émissions de oxyde nitreux dues à la gestion des sols agricoles ont augmenté de 24,4 %, passant de 2,0 à 2,5 Mt éq. CO₂. « Cette augmentation est principalement due à la progression annuelle des applications d'engrais azotés sur les cultures ainsi qu'au changement des techniques de travail du sol » (MELCC, 2021, p. 46). Une utilisation durable des sols, favorisant leur potentiel de séquestration du carbone et la protection de la biodiversité, devrait être accélérée¹⁶.

Par exemple, dans les grandes cultures, un travail réduit du sol, la non-utilisation d'engrais azotés et de pesticides de synthèse, la rotation d'au moins trois cultures annuelles (maïs-grain, soya et céréales communément) et l'utilisation de cultures de couverture incluant, en tout ou en partie, des légumineuses peuvent contribuer à une amélioration du bilan net de GES (Sautereau et Benoit, 2016; Nature Québec, 2012) tout en favorisant une diversité des espèces exploitées.

Des changements de pratiques permettraient également de réduire les émissions de GES du sous-secteur des productions animales via la gestion des fumiers et l'alimentation (Poore et Nemecek, 2018). Au Québec, de 1990 à 2019, les émissions associées à la gestion des fumiers ont augmenté de 42,7 %, passant de 1,5 à 2,1 Mt éq. CO₂. « L'augmentation observée est principalement due à l'accroissement du nombre d'animaux et à la quantité de fumier à gérer » (MELCC, 2021, p. 45). Les émissions attribuées à la fermentation entérique ont, quant à elles, diminué de 11,1 %, passant de 3,2 à 2,9 Mt éq. CO₂. « La baisse observée est principalement due à la diminution du cheptel de ruminants. Toutefois, cette diminution est ralentie par les gains en productivité, qui influencent positivement les émissions de méthane par tête » (MELCC, 2021, p. 45).

2.4 Verdir l'aménagement du territoire et les infrastructures

Les milieux urbains québécois font face à des enjeux climatiques qui ont des impacts importants en matière de santé, de sécurité publique et de dégradation de l'environnement qui s'aggraveront dans les prochaines décennies. Par exemple, les vagues de chaleur ont des répercussions négatives sur la santé des populations et les événements de fortes pluies peuvent surcharger les systèmes d'égouts et de gestion des eaux pluviales, en plus de donner lieu à des épisodes de surverse d'eaux usées dans l'environnement. L'étalement urbain prend également de l'ampleur, accroît le phénomène d'imperméabilisation des sols et amplifie les conséquences des aléas climatiques. D'autres aléas comme les cycles de gel et de dégel peuvent aussi affecter négativement l'enveloppe des bâtiments et les infrastructures telles que les chaussées. En raison des changements climatiques, ces aléas sont appelés à s'intensifier, aggravant par le fait même les impacts qu'ils engendrent (Alberti-Dufort et coll., 2022).

16. C'est notamment l'objet de l'initiative « 4 pour 1 000 », lancée lors de la Conférence de Paris sur le climat en 2015 et qui vise à accroître de 0,04 % par an la capacité de stockage du carbone dans les sols.

Compte tenu de ce constat, dans les milieux urbains, deux approches basées sur la nature s'imposent à l'intersection de l'atténuation des changements climatiques et de l'adaptation à ceux-ci : le verdissement urbain et la valorisation des milieux humides pour la gestion des eaux pluviales et des inondations. Ces approches donnent lieu à des mesures telles que la conservation d'espaces végétalisés, l'implantation d'infrastructures vertes telles que des rues et des ruelles vertes, des jardins communautaires, des toits verts, des arbres de rue et des parcs, la déminéralisation des stationnements et des cours d'école, des fossés de rétention végétalisés de même que des jardins de pluie (Brown et coll., 2021).

Qu'il s'agisse d'actifs naturels améliorés ou aménagés, ces mesures permettent de faire face à la fois aux problèmes des îlots de chaleur urbains en diminuant la température de l'air jusqu'à 10 °C (ex. : toit vert de la Maison du développement durable à Montréal) et aux problèmes liés à la qualité de l'air, en plus de contribuer à une meilleure gestion des eaux de ruissellement et d'agir comme agents filtrants tout en procurant une séquestration importante de carbone. Elles comportent également de nombreux autres avantages tels que l'augmentation de la biodiversité, l'amélioration du cadre de vie pour une meilleure santé physique et mentale, la réduction de la consommation d'énergie dans les bâtiments et une protection contre les inondations (Dasgupta, 2021; Biron et Thomas, 2019).

Ces mesures d'adaptation sont considérées comme particulièrement prometteuses, durables et robustes, et offrent un meilleur rapport coût-efficacité que les infrastructures grises. En outre, contrairement aux solutions grises, elles prennent de la valeur avec le temps en raison de leur résilience et de leur flexibilité. Elles sont aussi multifonctionnelles (adaptation à plusieurs aléas), peuvent s'autoentretenir et procurent des services écosystémiques. Dans le grand Montréal, la valeur des services écosystémiques fournis par les milieux naturels se chiffre à environ 2,2 milliards de dollars par année (Dupras et coll., 2015).

Des défis sont toutefois relevés lors de la mise en œuvre de ces mesures. Un premier défi porte sur l'acceptabilité sociale. Par exemple, les mesures visant des espaces de liberté comme celles mises en œuvre dans la MRC de Coaticook peuvent poser un problème de pression sur l'agriculture des plaines inondables. Un deuxième défi est lié à l'exacerbation des inégalités sociales. En effet, les avantages de ces approches sur les plans social et de la santé sont bien consignés (Berry et Schnitter, 2022), mais il est aussi démontré qu'elles encouragent la gentrification et peuvent ainsi exacerber des problématiques d'inégalités sociales. Ces approches doivent donc être bien conçues pour amoindrir à la source ces effets collatéraux. Enfin, la faisabilité peut être un enjeu. Dans les centres-villes, l'espace peut manquer pour l'obtention de surfaces suffisantes de végétalisation.

Les approches réglementaires se révèlent notamment efficaces pour favoriser l'adoption et la généralisation de ces types d'aménagements en milieu urbain. Par exemple, un règlement administratif de la Ville de Toronto exige que les constructions dont la superficie du toit est supérieure à 2 000 mètres carrés soit végétalisé. La Ville estime que cette exigence réglementaire a permis le retrait de plus de 9 millions de litres d'eau de ruissellement du réseau d'évacuation des eaux usées et a empêché l'émission de 120 tonnes de GES par une réduction de la consommation énergétique des bâtiments (Brown et coll., 2021).

Ultimement, en réintégrant les fonctions écologiques des écosystèmes dans le tissu urbain, on contribue à relever simultanément des défis environnementaux, socioéconomiques et culturels à l'échelle du site, du voisinage, de la ville et de la région.

Cependant, dans tous les cas, la conception de ces mesures de verdissement doit intégrer les changements climatiques à venir. En particulier pour les projets à long terme, tels que les peuplements forestiers et le développement de ceintures vertes limitant l'étalement urbain, le choix des espèces et la conception des projets doivent tenir compte du climat futur pour assurer la pérennité de ces infrastructures naturelles.

2.5 Intégrer l'information sur la biodiversité à la prise de décisions

En ce qui concerne cette dynamique climat-biodiversité, il est essentiel d'effectuer un suivi rigoureux des données sur le territoire et d'en assurer une diffusion adéquate, comme c'est le cas avec Biodiversité Québec¹⁷.

Le premier projet de cadre mondial de la biodiversité pour l'après-2020 (Nations Unies, 2021) souligne l'importance d'élaborer des indicateurs reflétant l'interaction des dimensions économiques avec trois cibles traitant de ces enjeux :

« **Cible 14.** Intégrer pleinement les valeurs de la biodiversité dans les politiques, les réglementations, la planification, les processus de développement, les stratégies de réduction de la pauvreté, la comptabilité et les évaluations des impacts environnementaux à tous les niveaux de gouvernement et dans tous les secteurs de l'économie, en veillant à aligner toutes les activités et tous les flux financiers sur les valeurs de la biodiversité. »

« **Cible 15.** Toutes les entreprises (publiques et privées, grandes, moyennes et petites) évaluent et rendent compte de leurs dépendances et de leurs impacts sur la biodiversité, du niveau local au niveau mondial, et réduisent progressivement les impacts négatifs de moitié au moins et augmentent les impacts positifs, en réduisant les risques liés à la biodiversité pour les entreprises et en s'orientant vers des méthodes d'extraction et de production, des chaînes d'approvisionnement et de fourniture, ainsi que des pratiques d'utilisation et d'élimination parfaitement durables. »

« **Cible 18.** Réorienter, réaffecter, réformer ou éliminer les incitations néfastes pour la biodiversité, de manière juste et équitable, en les réduisant d'au moins 500 milliards de dollars par an, y compris toutes les subventions les plus néfastes, et veiller à ce que les incitations, y compris les incitations économiques et réglementaires publiques et privées, soient positives ou neutres en matière de biodiversité. »

« La moitié du PIB mondial étant modérément ou fortement dépendante de la nature et de ses services, les institutions financières et les entreprises ne peuvent plus se permettre de négliger la nature dans leur prise de décisions en matière de stratégie, de gestion des risques et d'affectation des capitaux. Les relations de dépendance et les impacts sur la nature présentent des risques pour les entreprises, les investisseurs et les prêteurs, mais offrent également de nouvelles opportunités commerciales de contribuer à des résultats positifs pour la nature » (GTIFN, 2022a). Dans ce contexte, le Groupe de travail sur la publication d'informations financières relatives à la nature (GTIFN) a été établi en 2021, en réponse au besoin grandissant d'intégrer la nature dans les décisions financières des entreprises et des établissements financiers (Royaume-Uni, 2021).

De la même manière que le Groupe de travail sur la publication d'informations financières relatives au climat (GTIFC)¹⁸, le GTIFN élabore actuellement un cadre d'analyse permettant de mesurer les dépendances, les impacts, les possibilités et les risques financiers qui sont liés à la nature. Reconnaisant les liens entre les changements climatiques et la perte de milieux naturels, ses recommandations en matière de divulgation s'appuient sur les travaux effectués par son homologue lié au climat, en adoptant les mêmes fondements et en s'alignant, dans la mesure du possible, sur ses recommandations de haut niveau en cette matière¹⁹. Le GTIFN « espère également que ce solide alignement accélérera la transition vers des rapports de durabilité intégrés combinant la divulgation des risques liés au climat et à la nature » (GTIFN, 2022a).

17. www.bioversite-quebec.ca

18. Le GTIFC est mieux connu par son sigle anglais, TCFD pour *Task Force on Climate-Related Financial Disclosures*.

19. Cet enjeu de l'arrimage entre la finance et le climat sera repris de façon plus spécifique dans un avis du Comité à paraître au début de 2023.

Ce cadre d'analyse sert à pallier le manque de standardisation qui existe dans la mesure des liens entre les services écosystémiques et les services financiers.

Sa dernière version disponible, publiée en novembre 2022²⁰, encourage les entreprises et les établissements financiers à agir rapidement dans le signalement des dépendances, des impacts, des possibilités et des risques financiers liés à la nature, étant donné le besoin urgent de faire face à la fois à la perte de la nature et aux changements climatiques dans une approche intégrée. De plus, elle fournit une approche structurée visant à augmenter l'ambition de divulgation au fil du temps, reconnaissant qu'il s'agit d'un domaine nouveau pour de nombreuses organisations ainsi qu'un impératif pour une gouvernance, une stratégie, une gestion des risques et une allocation de capital saines (GTIFN, 2022b). Toutes les mises à jour effectuées par ce groupe de travail sont le fruit d'une collaboration avec d'autres entités de standardisation comme l'International Sustainability Standards Board.

Pour vraiment réduire les impacts négatifs sur la biodiversité et encourager les effets positifs, la Finance for Biodiversity Foundation (2022) souligne qu'il faut veiller à ce que l'alignement des flux financiers ne soit pas seulement un mécanisme de mise en œuvre, mais également un objectif à la fois pour l'action gouvernementale et les acteurs des marchés financiers.

À l'échelle du Québec, cette réflexion se développe dans quelques organisations et a donné lieu, par exemple, à une journée de réflexion sur les indicateurs de biodiversité pour les investisseurs du Québec, une initiative de la Société pour la nature et les parcs du Canada, section Québec (SNAP Québec), de Fondation, du Centre de la science de la biodiversité du Québec et de Biodiversité Québec avec l'appui du Secrétariat de la Convention sur la diversité biologique. Cette démarche repose notamment sur un constat important, soit la « transformation rapide de nos façons de consommer et de produire doit nous permettre de trouver un nouvel équilibre : assurer les besoins fondamentaux de l'humanité tout en ne dépassant pas notre plafond écologique commun. Pour atteindre ce nouvel espace viable, il sera nécessaire de canaliser les investissements financiers – publics et privés – vers des activités économiques qui améliorent le stock d'actifs naturels et qui encouragent la consommation et la production durables » (SNAP Québec, 2022). Arrimée à un cadre international qui se développe très rapidement, cette démarche nourrit également un besoin de suivis et de mécanismes permettant un alignement du financement public et privé sur des stratégies contribuant à la préservation et à la restauration des écosystèmes naturels (OCDE, 2020b).

20. La version finale est prévue pour septembre 2023.

RECOMMANDATIONS

Le climat change et continuera de se modifier rapidement, nécessitant des actions d'adaptation vigoureuses réalisées sur l'ensemble du territoire québécois pour limiter les dommages aux écosystèmes et préserver leurs fonctions, dont celles essentielles qui concernent l'équilibre climatique. Les impacts actuels et futurs des changements climatiques menacent grandement la biodiversité, les écosystèmes et les services qu'ils procurent. Des mesures de conservation, de restauration et d'adaptation doivent de toute urgence être mises en œuvre pour que les services que la nature rend à la population, notamment en matière de régulation du climat, puissent être maintenus.

Dans cette interaction climat-biodiversité, le Québec a tout pour jouer un rôle exemplaire à l'échelle internationale puisque les espaces naturels, en particulier le couvert forestier, y occupent une place privilégiée, comme presque nulle part ailleurs. Cela peut s'expliquer notamment par la superficie des espaces naturels par rapport à une population relativement faible, leur importance pour les peuples autochtones, la prépondérance de la protection de l'environnement, la dimension économique des « ressources » naturelles, l'attachement historique et culturel pour les espaces naturels, la priorité qui leur est accordée pour la vitalité régionale et le rôle fondamental à l'échelle mondiale de la forêt boréale étant donné le risque qu'elle atteigne un point de bascule en matière climatique. Ajoutons à cela la présence permanente à Montréal du Secrétariat de la Convention sur la biodiversité biologique et la tenue, en décembre 2022, de la COP 15 avec (éventuellement) l'adoption d'un cadre mondial de la biodiversité pour l'après-2020.

Dans ce contexte, pour que le Québec exerce un rôle à la mesure de l'importance de ce sujet, le Comité formule les recommandations suivantes à l'intention du ministre de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs :

1. **Doter le Québec d'une stratégie nationale de la biodiversité** et d'un plan d'action d'ici 2025, comme il est attendu d'un État, tel le Québec, se déclarant lié par la Convention sur la diversité biologique.

- Une telle stratégie constituera le cadre commun permettant une cohérence des actions de l'État concernant la biodiversité, pour renforcer les interventions gouvernementales et soutenir les initiatives tant locales que régionales. Elle devrait avoir une portée systémique, couvrir l'ensemble des actions de l'État et être fortement liée à la politique-cadre sur les changements climatiques.
- Le Québec se doit également de mobiliser ses partenaires, tant les gouvernements locaux que les acteurs sociaux et ceux du milieu économique. Il doit aussi jouer un rôle de premier plan au sein de la communauté internationale en militant pour l'adoption et la mise en œuvre d'un cadre mondial de la biodiversité pour l'après-2020 à la hauteur des défis climatiques et de biodiversité actuels.
- De plus, la mise en œuvre de la Politique nationale de l'architecture et de l'aménagement du territoire, prévue pour l'hiver 2023, doit être l'occasion de marquer le changement attendu en matière de cohérence et d'ambition de l'État québécois en ce qui concerne la biodiversité et le climat à l'échelle régionale.

2. Protéger 30 % du territoire québécois d'ici 2030 en priorisant les milieux d'intérêt stratégique pour la biodiversité, la partie méridionale du Québec, une meilleure connectivité des habitats naturels et l'accroissement de notre résilience collective à l'égard des changements climatiques.

- Un tel niveau de protection milite pour l'application, dans les plus brefs délais, d'un moratoire sur tout changement de zonage induisant une perte de milieux naturels, comme le Comité le recommandait déjà en mai 2022, lors de la publication de son avis concernant l'aménagement du territoire (Comité consultatif sur les changements climatiques, 2022).

3. Développer et déployer un vaste programme d'adaptation des forêts au climat futur d'ici 2025 en diversifiant les espèces plantées et les pratiques forestières, **et définir de façon collaborative, pour la forêt de demain, une vision** compatible avec les enjeux climatiques.

- Les changements climatiques ainsi que les insectes et maladies exotiques exercent un effet de plus en plus délétère sur les forêts du Québec et celles-ci auront besoin d'une assistance systématique pour s'adapter aux nouvelles conditions de température et de pluviométrie. Dans ce contexte, le ministère responsable des Forêts est appelé à exercer son leadership pour mobiliser tous les acteurs concernés, aussi bien sur les terres publiques que sur les terres privées, de façon à concevoir cette vision et à assurer la production de semis d'une grande diversité d'espèces adaptées aux climats présent et futur.

4. Favoriser une réelle implication des peuples autochtones dans les réponses aux crises de la biodiversité et du climat en accélérant notamment les investissements visant l'établissement d'aires protégées autochtones et la mise sur pied de modèles de cogestion dans les aires protégées où vivent des communautés autochtones.

- Dans un tel contexte, la reconnaissance de l'expérience des peuples autochtones en matière de relations avec la nature, de leurs savoirs et de leurs pratiques culturelles pourrait constituer une composante majeure des discussions sur la réconciliation.

5. Investir pour préserver et restaurer la biodiversité dans un contexte d'adaptation aux changements climatiques.

- Des investissements additionnels sont requis et des modalités d'intervention à l'échelle locale et régionale de même que dans le secteur agricole doivent être repensées afin de faciliter la valorisation des services écosystémiques compte tenu de l'urgence climatique. En particulier, ces investissements devraient permettre d'accroître notamment :
 - La mise en œuvre de projets de restauration et d'acquisition de milieux naturels selon les priorités locales et régionales;

- Le verdissement des villes par des projets d'adaptation basés sur la nature et contribuant notamment à réduire le nombre d'îlots de chaleur, à diminuer les inégalités d'accès à la nature et à réaliser des gains en santé;
- Le soutien financier aux pratiques agroenvironnementales compatibles avec le maintien de la biodiversité et l'adaptation climatique parallèlement au développement d'approches d'écoconditionnalité dans les programmes de soutien agricole;
- L'aide internationale du Québec, par exemple au moyen d'une bonification du Programme de coopération climatique internationale, pour que celui-ci finance des solutions qui touchent à la fois la crise climatique et la crise de la biodiversité.

6. Accroître la recherche sur la séquestration naturelle du carbone pour éviter la dégradation des réservoirs et évaluer leur potentiel de développement au Québec.

- Il faut notamment accroître le financement et l'expertise quant à la séquestration du carbone, en particulier dans le secteur agricole et les milieux humides. Il importe de développer une expertise relative à la comptabilisation et au suivi du carbone forestier dans le processus de détermination des possibilités forestières pour mettre en œuvre des pratiques compatibles avec les objectifs climatiques et de biodiversité. Il faut également mieux évaluer l'impact sur les changements climatiques de la modification de l'albédo en plus de celui de la dynamique de séquestration et d'émissions du carbone.

7. Concevoir des outils performants de suivi de la biodiversité et de sa dynamique climatique facilitant le maillage environnement-économie et contribuant à orienter le financement public et privé vers les stratégies de préservation et de restauration des écosystèmes naturels.

- Il faut adapter au Québec des indicateurs alignés sur les travaux du Groupe de travail sur la publication d'informations financières relatives à la nature contribuant à orienter le financement public et privé vers la préservation et la restauration des écosystèmes naturels.
- De plus, la production d'informations sur l'évolution de la biodiversité en lien avec la dynamique climatique doit être soutenue pour pouvoir alimenter de manière fiable la prise de décisions et cibler les actions prioritaires.
- Un suivi du secteur de l'affectation des terres, du changement d'affectation des terres et de la foresterie dans l'Inventaire québécois des émissions de gaz à effet de serre est également recommandé pour l'obtention d'un portrait complet.

À PROPOS DU COMITÉ CONSULTATIF SUR LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Le Comité consultatif sur les changements climatiques est un organisme permanent indépendant créé en vertu de la Loi visant principalement la gouvernance efficace de la lutte contre les changements climatiques et à favoriser l'électrification. Il s'inscrit dans une démarche entreprise au Royaume-Uni, puis reprise en France et, plus récemment, dans l'ensemble de l'Union européenne, qui consiste à créer des comités scientifiques indépendants pour conseiller les gouvernements dans cette période charnière de transition.

Le Comité a pour mission de conseiller le ministre de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs, à la demande de ce dernier ou de sa propre initiative, sur les orientations, les programmes, les politiques et les stratégies en matière de lutte contre les changements climatiques.

Dans une démarche qu'il souhaite la plus accessible possible, le Comité contribue à répondre à l'urgence climatique et à favoriser une transition juste. Il présente des avis et des recommandations visant à alimenter la prise de décisions et l'élaboration de politiques publiques pour accentuer la réduction des émissions de GES et accroître l'adaptation.

Le Comité est présidé par le Pr Alain Webster et comprend les membres suivants :

- M. Alain Bourque
- Pr Jérôme Dupras
- M. Charles Laroche
- M. Alain Lemaire
- Pre Annie Levasseur
- Pre Catherine Morency
- Pr Pierre-Olivier Pineau
- Pre Catherine Potvin
- M. Hugo Séguin
- Pr Lota Dabio Tamini

REMERCIEMENTS

Les principaux auteurs de cet avis sont :

Alain Webster, président du Comité, de même qu'Alain Bourque, Jérôme Dupras, Catherine Potvin et Lota Dabio Tamini, membres du Comité. Benoit Rigaud (secrétaire du Comité), Ursule Boyer-Villemare (Ouranos), Raphaël Desjardins (Ouranos) et Timothée Fouqueray (Chaire de recherche du Canada en économie écologique) ont aussi contribué à sa rédaction ainsi que Laurie-Jade Mendez-Bériau et Margot Desmet (stagiaires).

Le Comité tient également à remercier les personnes et les organismes suivants, qui ont accepté d'échanger avec son président sur certains enjeux particuliers. Toutefois, les discussions auxquelles ils ont pris part ne supposent en aucun cas qu'ils entérinent le présent avis ou que le Comité partage leurs points de vue :

- Andrew Gonzalez, professeur au Département de biologie de l'Université McGill et codirecteur du Centre de la science de la biodiversité du Québec;
- Dominique Gravel, professeur au Département de biologie de l'Université de Sherbrooke et membre du Réseau d'observation de la biodiversité du Québec;
- Christian Messier, professeur au Département des sciences biologiques de l'Université du Québec à Montréal;
- Stéphanie Roy, professeure à la Faculté de droit de l'Université de Sherbrooke;
- Fondation;
- L'Institut de développement durable des Premières Nations du Québec et du Labrador;
- Le ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs;
- Le ministère des Relations internationales et de la Francophonie;
- L'Union des municipalités du Québec.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Agence de la transition écologique (2022). *Adapter son logement aux fortes chaleurs*. Disponible en ligne : <https://librairie.ademe.fr/urbanisme-et-batiment/5618-adapter-son-logement-aux-fortes-chaleurs-9791029709890.html>.

Alberti-Dufort, A. et coll. (2022). « Québec », dans *Le Canada dans un climat en changement : le rapport sur les perspectives régionales*, F. J. Warren et coll. (éd.), Ottawa, Gouvernement du Canada.

Armstrong McKay, D. I. et coll. (2022). « Exceeding 1.5°C Global Warming Could Trigger Multiple Climate Tipping Points ». *Science* 377, n° 6611 (9 septembre). Disponible en ligne : <https://doi.org/10.1126/science.abn7950>.

Atwoli et coll. (2021). « Call for Emergency Action To Limit Global Temperature Increases, Restore Biodiversity, and Protect Health ». *The Lancet*, 398.

Auzel, P. et coll. (2021). *Un Plan Sud pour le Québec – Livre blanc pour la protection de la biodiversité au sud du 49^e parallèle*. Disponible en ligne : <https://livreblanc.ca/>.

Auzel, P. et coll. (2012). *Impacts des changements climatiques sur la biodiversité du Québec : résumé de la revue de littérature*, CSBQ, MDDEP, Ouranos, 29 p.

Banque mondiale (2020). *Mobilizing Private Finance for Nature*. Disponible en ligne : [FinanceforNature28Sepwebversion.pdf \(worldbank.org\)](https://www.worldbank.org/en/topic/biodiversity).

Banque mondiale (2022). *Biodiversity*. Disponible en ligne : <https://www.worldbank.org/en/topic/biodiversity>.

Bélisle, A. et coll. (2021). « From Landscape Practices to Ecosystem Services: Landscape Valuation in Indigenous Contexts ». *Ecological Economics*, 179.

Bernatchez, P. et coll. (2016). *Impacts des changements climatiques et des contraintes physiques sur le réajustement des écosystèmes côtiers (coastal squeeze) du golfe et de l'estuaire du Saint-Laurent (GESL) et évaluation des mesures d'atténuation de ces impacts*. Rapport de recherche remis à Ouranos et Ressources naturelles Canada, mars 2016, 189 p. + annexe.

Bernatchez, P. et Quintin, C. (2016). « Potentiel de migration des écosystèmes côtiers meubles québécois de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent dans le contexte de la hausse appréhendée du niveau de la mer ». *Le Naturaliste canadien*, 140, n° 2 (2 juin), p. 91-104.

Berry, P. et Schnitter, R. (2022). *La santé des Canadiens et des Canadiennes dans un climat en changement : faire progresser nos connaissances pour agir*, Ottawa, Gouvernement du Canada.

Berteaux, D. et coll. (2018). « Northern Protected Areas Will Become Important Refuges for Biodiversity Tracking Suitable Climates ». *Scientific Reports*, 8, n° 1 (15 mars), p. 4623.

Berteaux, D. et coll. (2014). *Changements climatiques et biodiversité du Québec – Vers un nouveau patrimoine naturel*, Québec, Presses de l'Université du Québec.

Berteaux, D. et coll. (2010). « The CC-Bio Project: Studying the Effects of Climate Change on Quebec Biodiversity ». *Diversity*, 2, n° 11, p. 1181-1204.

- Biodiversité Québec (2022). *Atlas de la biodiversité*. Disponible en ligne : www.biodiversite-quebec.ca.
- Biron, P. et Thomas, I. (2019). « Mieux vivre avec l'eau, pour être plus résilient face aux inondations ». *The Conversation*. Disponible en ligne : <https://theconversation.com/mieux-vivre-avec-leau-pour-etre-plus-resilient-face-aux-inondations-122250>.
- Boulanger, Y. et coll. (2017). « Climate Change Impacts on Forest Landscapes Along the Canadian Southern Boreal Forest Transition Zone ». *Landscape Ecology*, 32, n° 7, p. 1415-1431. Disponible en ligne : <https://doi.org/10.1007/s10980-016-0421-7>.
- Brown, C. et coll. (2021). « Villes et milieux urbains », dans *Le Canada dans un climat en changement : rapport sur les enjeux nationaux*, F. J. Warren et N. Lulham (éd.), Ottawa, Gouvernement du Canada.
- Bureau, D. et coll. (2020). « Biodiversité en danger : quelle réponse économique? ». *Les notes du Conseil d'analyse économique*, n° 50.
- Champagne-Côté, R. (2022). « Visions et aspirations autochtones dans la mise en place d'aires protégées : le projet de la réserve de biodiversité Akumunan de la Première Nation des Innus Essipit », mémoire, maîtrise de sciences forestières, Université Laval.
- Comité consultatif sur les changements climatiques (2021). *Le Québec carboneutre. Une contribution essentielle pour le futur*.
- Comité consultatif sur les changements climatiques (2022). *L'aménagement du territoire du Québec carboneutre : fondamental pour la lutte contre les changements climatiques*.
- Dasgupta, P. (2021). *The Economics of Biodiversity: The Dasgupta Review. Abridged Version*, London, HM Treasury. Disponible en ligne : <https://www.gov.uk/government/publications/final-report-the-economics-of-biodiversity-the-dasgupta-review>.
- Depardieu, C. et coll. (2021). « L'amélioration de la résilience des forêts face aux épisodes climatiques extrêmes : savoir lire entre les cernes ». *Climatoscope*, 3, p. 64-69.
- Dooley, K. et coll. (2022). *The Land Gap Report 2022*.
- Drever, C. R. et coll. (2021). « Natural Climate Solutions for Canada ». *Science Advances*, 7, n° 23. Disponible en ligne : <https://advances.sciencemag.org/content/7/23/eabd6034.full>.
- Dupras, J. et coll. (2015). « Economic Value of Greater Montreal's Non-Market Ecosystem Services in a Land Use Management and Planning Perspective ». *The Canadian Geographer/Le Géographe canadien*, 59, n° 1, p. 93-106.
- Finance for Biodiversity Foundation (2022). « Aligning Financial Flows with Biodiversity Goals and Targets ». *Position Paper*, 16 février.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (2022). *Framework for Action on Biodiversity for Food and Agriculture*. FAO Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture.
- Forestier en chef (2020). *Intégration des changements climatiques et développement de la capacité d'adaptation dans la détermination des niveaux de récolte au Québec*, Québec.
- Forum économique mondial (2021). *The Global Risks Report 2021*. Disponible en ligne : https://www3.weforum.org/docs/WEF_The_Global_Risks_Report_2021.pdf.
- Friedlingstein, P. et coll. (2022). *Global Carbon Budget 2021*. Disponible en ligne : <https://essd.copernicus.org/articles/14/1917/2022/>.

Gagnon, C. A. et coll. (2018). « Climate, Biodiversity, and Human Well-Being: Merging Scientific and Indigenous Knowledge ». *Nature*.

Gouvernement du Canada (2021). *Crabe des neiges – Zones côtières de l'estuaire et du nord du golfe du Saint-Laurent (12A, 12B, 12C, 13, 14, 15, 16, 16A et 17)*. Disponible en ligne : <https://www.dfo-mpo.gc.ca/fisheries-peches/ifmp-gmp/snow-crab-neige/2021/index-fra.html>.

Gouvernement du Québec (2021). *Réseau de suivi de la biodiversité du Québec*. Disponible en ligne : [Le réseau de suivi de la biodiversité du Québec \(gouv.qc.ca\)](http://Le_reseau_de_suivi_de_la_biodiversite_du_Quebec(gouv.qc.ca)).

Gouvernement du Québec (2022). *Rapport final, Commission indépendante sur les caribous forestiers et montagnards*. Disponible en ligne : [Rapport final Commission indépendante sur les caribous forestiers et montagnards \(gouv.qc.ca\)](http://Rapport_final_Commission_independante_sur_les_caribous_forestiers_et_montagnards(gouv.qc.ca)).

Groupe de travail sur la publication d'informations financières relatives à la nature (2022a). *Le TNFD lance la première version bêta du cadre de gestion des risques liés à la nature pour la consultation du marché*, communiqué de presse, 15 mars.

Groupe de travail sur la publication d'informations financières relatives à la nature (2022b). *The TNFD Nature-Related Risk and Opportunity Management and Disclosure Framework, Beta v0.3*, 22 novembre.

Groupe de travail sur les informations financières liées à la nature (2022). *Cadre de travail concernant la gestion et l'information sur les risques et opportunités liés à la nature – Beta 0.2*.

Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis, Working Group I contribution to the Sixth Assessment Report*.

Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (2022a). *Summary for Policymakers. Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Disponible en ligne : https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/report/IPCC_AR6_WGII_SummaryForPolicymakers.pdf.

Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (2022b). *Climate Change 2022. Mitigation of Climate Change. Working Group III Contribution to the Sixth Assessment Report*.

Hachem, S. et Bleau, S. (2020). *Impact des changements climatiques sur l'environnement maritime et côtier du Nunavik : synthèse des connaissances*, Rapport présenté au ministère des Transports du Québec, Montréal, Ouranos.

Henderson, M. et coll. (2022). *Protéger la nature, protéger la vie : une loi sur la nature et la biodiversité. Un rapport de Greenpeace Canada*, 16 p.

Hennings, R. et Bleau, S. (2017). *State of Climate Change and Adaptation Knowledge for the Eeyou Istchee James Bay Territory*, Report presented to the James Bay Advisory Committee on the Environment, Montréal, Ouranos.

Institut de la statistique du Québec (2022). *Recueil des indicateurs de développement durable*. Mise à jour du 30 septembre 2022.

Institut national de santé publique du Québec (2021). *Les aléas affectés par les changements climatiques : effets sur la santé, vulnérabilités et mesures d'adaptation*. Disponible en ligne : <https://www.inspq.qc.ca/sites/default/files/publications/2771-aleas-changements-climatiques-effets-sante-vulnerabilite-adaptation.pdf>.

Intergovernmental Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (2019). *Le dangereux déclin de la nature : un taux d'extinction des espèces « sans précédent » et qui s'accélère*, communiqué de presse. Disponible en ligne : <https://ipbes.net/node/35236>.

Larrivée, C. et coll. (2015). *Évaluation des impacts des changements climatiques et de leurs coûts pour le Québec et l'État québécois*, Rapport d'étude, Montréal, Ouranos (25 mai), 97 p.

Laverdière, J. P. et coll. (2022). « Breeding for Adaptation to Climate Change: Genomic Selection for Drought Response in a White Spruce Multi-Site Polycross Test ». *Evolutionary Applications*. Disponible en ligne : <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/eva.13348?af=R>.

Leavitt, S. et coll. (2021). *Natural Climate Solutions Handbook*, The Nature Conservancy.

Lemmen, D. S. et coll. (2016). *Le littoral maritime du Canada face à l'évolution du climat*, Ottawa, Gouvernement du Canada, 280 p. Disponible en ligne : https://www.ouranos.ca/wp-content/uploads/Coastal_Assessment_Rapport_complet.pdf.

Lenton, T. et coll. (2019). « Climate Tipping Points — Too Risky to Bet Against ». *Nature*, 575, n° 7784, p. 592-595.

Maljean-Dubois, S. et coll. (2022). *Pour un meilleur suivi du cadre mondial sur la biodiversité pour l'après-2020 : options juridiques et possibles arrangements institutionnels*, Institut de développement durable et de relations internationales, Étude n° 3.

Messier, C. et coll. (2019). « The Functional Complex Network Approach to Foster Forest Resilience to Global Changes ». *Forest Ecosystems*, 6, n° 1.

Messier, C. et coll. (2022). « Avertissement : Les forêts naturelles et aménagées sont en train de perdre leur capacité d'atténuation des changements climatiques », *The Forestry Chronicle*, 98, n° 1, p. 3-5.

Millennium Ecosystem Assessment (2005). *Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis*, Washington, DC, Island Press.

Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (2021). *Inventaire québécois des émissions de gaz à effet de serre en 2019 et leur évolution depuis 1990*.

Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (2022). *Rapport sur la contribution du Québec au plan stratégique de la Convention des Nations Unies sur la diversité biologique 2011-2020 et ses objectifs d'Aichi*. Disponible en ligne : <https://www.environnement.gouv.qc.ca/biodiversite/orientations/rapport-quebec-aichi-2011-2020.pdf>.

Mori, A. S. et coll. (2021). « Biodiversity-Productivity Relationships Are Key to Nature-Based Climate Solutions », *Nature Climate Change*, 11, n° 6, p. 1-8.

M'sit No'kmaq et coll. (2021) « "Awakening the Sleeping Giant": Re-Indigenization Principles for Transforming Biodiversity Conservation in Canada and Beyond ». *FACETS* 6.

Nations Unies (2021). *Premier projet de cadre mondial de la biodiversité pour l'après-2020*, CBD/WG/2020/3/3 (5 juillet). Disponible en ligne : [Update of the zero draft of the post-2020 global biodiversity framework \(cbd.int\)](https://www.cbd.int/doc/decisions/2020/3/3/2020-3-3-01-en.pdf).

Nature Québec (2012). « Outils 5, L'agriculture biologique », dans *Des pratiques agricoles efficaces, un impact bénéfique sur le climat*.

Organisation de coopération et de développement économiques (2019). *Financer la biodiversité, agir pour l'économie et les entreprises, rapport préparé pour la réunion des ministres de l'Environnement du G7*.

Organisation de coopération et de développement économiques (2020a). *Towards Sustainable Land Use: Aligning Biodiversity, Climate and Food Policies*, Paris.

Organisation de coopération et de développement économiques (2020b). *A Comprehensive Overview of Global Biodiversity Finance*, Paris.

Organisation météorologique mondiale (2020). *United in Science*.

Organisation météorologique mondiale (2022). *United in Science*.

Ouranos (2015). *Vers l'adaptation. Synthèse des connaissances sur les changements climatiques au Québec*, Montréal, Ouranos, 415 p.

Parcs Nunavik (2022a). *À propos*. Disponible en ligne : <https://www.nunavikparks.ca/fr/a-propos>.

Parcs Nunavik (2022b). *Tursujuq*. Disponible en ligne : <https://www.nunavikparks.ca/fr/parcs/tursujuq>.

Poore, J. et Nemecek, T. (2018). « Reducing Food's Environmental Impacts through Producers and Consumers ». *Science*, 360, n° 6392, p. 987-992.

Pörtner, H.-O. et coll. (2021). *Scientific Outcome of the IPBES-IPCC Co-Sponsored Workshop on Biodiversity and Climate Change*. Disponible en ligne : <https://doi.org/10.5281/ZENODO.4659158>.

Rayfield B. et coll. (2021). *Modélisation de la connectivité de l'habitat terrestre dans les basses-terres du Saint-Laurent selon différents scénarios de changements climatiques et d'occupation des sols*. Disponible en ligne : https://quebio.ca/sites/default/files/reports/Modelisation_connectivite_btstl_juillet2021.pdf.

Reyes-García, V. et coll. (2022). « Recognizing Indigenous Peoples' and Local Communities' Rights and Agency in the Post-2020 Biodiversity Agenda ». *Ambio*, 51, n° 1.

Romanello, M. et coll. (2022). « The 2022 Report of the Lancet Countdown on Health and Climate Change: Health at the Mercy of Fossil Fuels ». *Lancet* (25 octobre), 400, p. 1619-1654.

Roy, S. (2021). « La théorie de l'État fiduciaire et le contrôle judiciaire des actes de l'Administration en matière environnementale : vers une redéfinition des obligations de l'État », thèse, Université Laval.

Royaume-Uni (2021). *G7 Finance Ministers and Central Bank Governors*, communiqué de presse, 5 juin.

Sautereau, N. et Benoit, M. (2016). *Quantification et chiffrage des externalités de l'agriculture biologique*, Rapport d'étude Itab., 136 p.

Secrétariat de la Convention sur la diversité biologique (2022). *Perspectives mondiales de la diversité biologique 5*. Disponible en ligne : <https://www.cbd.int/gbo/gbo5/publication/gbo-5-fr.pdf>.

SNAP Québec et coll. (2022). *Des indicateurs de biodiversité pour les investisseurs du Québec*.

Starr, M. et coll. (2017). « Multispecies Mass Mortality of Marine Fauna Linked to a Toxic Dinoflagellate Bloom ». *PLOS ONE*, 12, n° 5 : e0176299.

Stewart, R. L. M. et coll. (2015). *Deuxième atlas des oiseaux nicheurs des Maritimes*, Environnement Canada, Études d'Oiseaux Canada, ministère des Ressources naturelles du Nouveau-Brunswick, Natural History Society of Prince Edward Island, Nature NB, Nova Scotia Bird Society, Nova Scotia Department of Natural Resources et Prince Edward Island Department of Agriculture and Forestry, Sackville, 528 + 28 p. Disponible en ligne : https://www.mba-aom.ca/pdfs/atlas_fr_000-042.pdf.

Talluto M. V. et coll. (2017). « Extinction Debt and Colonization Credit Delay Range Shifts of Eastern North American Trees ». *Nature Ecology & Evolution*, 1 : 0182.

Therond, O. et Duru, M. (2019). « Agriculture et biodiversité: les services écosystémiques, une voie de réconciliation? ». *Innovations agronomiques*, 75.

Union internationale pour la conservation de la nature (2020). *Standard mondial de l'UICN pour les solutions fondées sur la nature. Cadre accessible pour la vérification, la conception et la mise à l'échelle des SfN*, 1^{re} édition, Gland, Suisse, UICN.

Vieira, W. et coll. (2022). *Paying Colonization Credit with Forest Management Could Accelerate the Range Shift of Temperate Trees Under Climate Change*. Disponible en ligne : https://willvieira.github.io/ms_STM-managed/.

Ville de Montréal (2018). *Plan directeur du sport et du plein air*. Disponible en ligne : http://ville.montreal.qc.ca/pls/portal/docs/PAGE/SECT_SPORTS_FR/MEDIA/DOCUMENTS/PLANDIRECTEURSPORTPLEINAIRURBAINS_2018.PDF.

Walker, X. J. et coll. (2019). « Increasing Wildfires Threaten Historic Carbon Sink of Boreal Forest Soils ». *Nature*, 572, n° 7770, p. 520-523.

World Wild Fund (2022). *Living Planet Report 2022 – Building a Nature Positive Society*, R. E. A. Almond, M. Grooten, D. Juffe Bignoli et T. Petersen (éd.), Gland, Suisse, WWF.

Zomer, R. J. et coll. (2017). « Global Sequestration Potential of Increased Organic Carbon in Cropland Soils ». *Scientific Reports*, 7 : 15554.

