



---

**Commission économique pour l'Europe****Comité des forêts et de l'industrie forestière****Quatre-vingtième session**

Genève, 2-4 novembre 2022

Point 6 h) de l'ordre du jour provisoire

**Rapport présenté et activités mises en œuvre au titre  
du Programme de travail intégré pour 2022-2025  
et décisions en la matière****Le point sur les travaux relatifs aux forêts boréales****Projet de note d'orientation science-politique :  
Forêts boréales et changements climatiques  
– des effets à l'adaptation****Note du secrétariat***Résumé*

Dans le présent projet de note d'orientation science-politique, le secrétariat décrit les principaux effets environnementaux et économiques que les changements climatiques devraient avoir sur les forêts boréales, met en relief les études actuellement menées sur le rôle des forêts boréales dans l'atténuation des changements climatiques et passe en revue différentes stratégies d'adaptation envisageables. Pour ce faire, il s'appuie sur les travaux de recherche conduits par les membres de l'Équipe de spécialistes des forêts boréales de la Commission économique pour l'Europe et de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (CEE/FAO) ainsi que de l'Association internationale de recherche sur la forêt boréale (IBFRA). L'objectif est de communiquer aux décideurs, aux experts et au grand public des informations sur les forêts boréales dans le contexte des changements climatiques.

Le Comité est invité à prendre note du présent document et à en demander la diffusion.



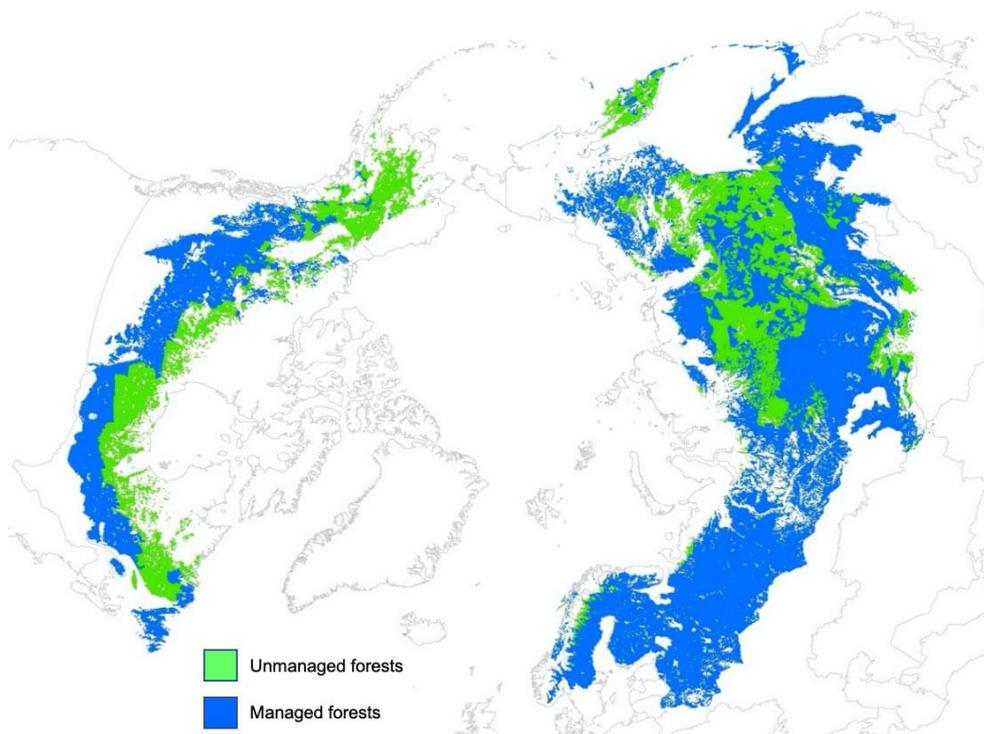
## I. Introduction

1. On trouve des forêts boréales (taïga) dans l'hémisphère Nord, à des latitudes comprises entre 50° et 70° nord (voir fig. 1), là où les températures sont généralement très basses et où les précipitations se présentent majoritairement sous la forme de neige. Les forêts boréales sont principalement constituées de conifères à feuilles persistantes, tolérants au froid et dotés de feuilles en forme d'aiguilles, tels que le pin, le sapin et l'épicéa. Les limites de la ceinture formée par les forêts boréales correspondent généralement aux isothermes de juillet : au Nord, elle s'étend jusqu'à l'isotherme de juillet de 13 degrés centigrades ; au Sud, elle s'étend jusqu'à l'isotherme de juillet de 18 degrés centigrades<sup>a</sup>.

2. Étant donné qu'elles font partie de l'un des plus grands puits de carbone terrestres au monde<sup>b</sup> et couvrent environ 27 % de la superficie forestière mondiale<sup>c</sup>, les forêts boréales ont un rôle essentiel à jouer dans la lutte contre les changements climatiques. Du fait de la hausse des concentrations atmosphériques de gaz à effet de serre (GES) et de l'allongement des saisons de croissance végétale, découlant du réchauffement climatique, le taux de croissance des forêts boréales circumpolaires et, par extension, la quantité de carbone stocké, pourraient augmenter. Toutefois, ces forêts risquent fortement de connaître, en parallèle, une baisse de la productivité et une perte du couvert forestier en raison de la sécheresse, des incendies de forêt, des tempêtes, des maladies et des invasions d'insectes, ce qui pourrait donner lieu au rejet d'importantes quantités de carbone dans l'atmosphère.

Figure 1

**Étendue des forêts boréales (forêts aménagées (en bleu) et forêts non aménagées (en vert))**



Source : Association internationale de recherche sur la forêt boréale (IBFRA). Carte © [www.ibfra.org](http://www.ibfra.org).

3. La région de l'Arctique concentre les plus fortes augmentations de température dues aux changements climatiques récemment enregistrés, et les forêts boréales sont donc l'un des premiers endroits où les effets complexes de ces changements peuvent être observés. Les effets en question, et la réaction dynamique qu'ils déclenchent dans les forêts boréales, auront des conséquences importantes pour le monde entier, les niveaux de carbone atmosphérique et une multitude d'autres valeurs et résultats étant liés à ce biome majeur.

4. Il a déjà été constaté que le réchauffement de la zone circumboréale était supérieur à la moyenne mondiale<sup>d</sup>. Cette tendance va probablement se poursuivre<sup>e</sup>, même si les objectifs actuels en matière d'émissions mondiales et de réchauffement climatique sont atteints. Selon les informations publiées jusqu'à présent, les changements fondamentaux que subiront certains écosystèmes à long terme sont susceptibles d'être durables. D'ailleurs, des changements physiologiques liés au climat ont déjà été observés dans les forêts boréales.

5. Dans le présent projet de note d'orientation science-politique, le secrétariat décrit les principaux effets environnementaux et économiques que les changements climatiques devraient avoir sur les forêts boréales, met en relief les études actuellement menées sur le rôle des forêts boréales dans l'atténuation des changements climatiques et passe en revue différentes stratégies d'adaptation envisageables. Pour ce faire, il s'appuie sur les travaux de recherche conduits par les membres de l'Équipe CEE/FAO de spécialistes des forêts boréales et de l'Association internationale de recherche sur la forêt boréale (IBFRA). Le document, qui s'adresse aux décideurs, aux professionnels de l'environnement et au public, a une visée informative.

## II. Effets biophysiques et environnementaux des changements climatiques sur les forêts boréales

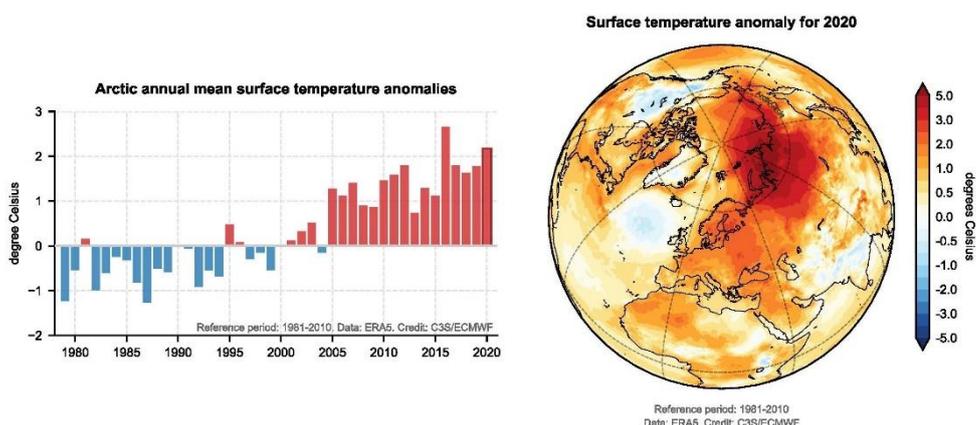
### A. Réchauffement de l'Arctique

6. Au cours des dernières décennies, la température moyenne a augmenté deux fois plus vite en Arctique que dans le reste du monde. Dans différentes régions où les forêts boréales et les écosystèmes arctiques interagissent, les températures annuelles moyennes ont augmenté de 0,4 à 2 °C, comme le montre la figure 2.

Figure 2

**À gauche : Chronologie des anomalies de la température moyenne annuelle en surface, à l'échelle de la région de l'Arctique (66,6°N-90°N), entre 1979 et 2020**

**À droite : Carte des anomalies de la température moyenne annuelle en surface en 2020. Toutes les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne enregistrée entre 1981 et 2010.**



Source : ERA5. © C3S/ECMWF<sup>f</sup>.

7. Selon le dernier projet de rapport du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), il est presque sûr que l'Arctique continuera de connaître une élévation de la température de surface supérieure à celle de la planète, et on peut estimer avec un degré de certitude élevé que le réchauffement y sera deux fois plus rapide que la moyenne mondiale<sup>g</sup>, ce qui aura de lourdes conséquences pour la région boréale, dont le réchauffement accéléré influera sur les systèmes forestiers.

## B. Effets de l'élévation des températures sur les forêts boréales

8. La sensibilité des forêts boréales au réchauffement a des conséquences importantes pour le système climatique en raison des effets de ce réchauffement sur les taux d'échange d'eau, de carbone et d'énergie entre la biosphère et l'atmosphère.

9. L'assèchement constitue la réaction immédiate et la plus évidente des forêts boréales au réchauffement climatique. Il entraîne, chez les arbres, un stress physiologique à l'origine d'une augmentation du nombre d'épidémies, d'invasions d'insectes nuisibles et de zones touchées par des incendies de forêt. Toutes ces perturbations sont interdépendantes : sous l'effet du stress, les arbres sont par exemple plus sensibles aux parasites, et les arbres morts, lorsqu'ils s'accumulent, occasionnent des incendies plus fréquents et plus graves. D'après une évaluation des ressources forestières (ERF) menée par la FAO, les insectes, les maladies et les phénomènes météorologiques graves ont endommagé environ 40 millions d'hectares de forêt en 2015, surtout dans les domaines tempéré et boréal<sup>h</sup>.

10. Sur le plan écologique, le fait que l'habitat des plantes et, en fin de compte, les zones bioclimatiques se déplacent vers le nord devrait avoir des effets importants sur le mélange des espèces qui peuplent les écosystèmes de la forêt boréale. Au cours des dernières décennies, les forêts et plantes boréales n'ont cessé de migrer vers le nord. En outre, la floraison et la feuillaison des plantes se sont produites plus tôt, et les insectes qui se nourrissent des arbres se sont déplacés vers les pôles. Il ressort de la modélisation de différents scénarios<sup>i</sup> que les effets des changements climatiques seraient moins importants sur les forêts de feuillus que sur les conifères ; par ailleurs, le recul des conifères libérerait de l'espace et permettrait ainsi leur remplacement par des essences à petites feuilles<sup>1</sup>.

11. Bon nombre des effets observés et attendus des changements climatiques sur les forêts boréales sont interdépendants et synergiques, notamment :

- a) La transformation de la biodiversité ;
- b) L'évolution du régime hydrologique et la réduction de l'humidité disponible dans le sud du biome boréal ;
- c) La variation de la croissance du matériel sur pied ;
- d) L'évolution de l'accessibilité et de la qualité du bois ;
- e) L'évolution de l'aire de répartition et de la migration de certains animaux ;
- f) La modification des habitats des animaux.

12. L'allongement de la saison de croissance ou l'augmentation du nombre de degrés-jours de croissance<sup>2</sup> peuvent avoir un effet positif sur la croissance annuelle moyenne des arbres<sup>j</sup>. Toutefois, cette évolution, qui serait la bienvenue pour les forêts boréales, pourrait ne pas peser lourd en comparaison des effets néfastes liés aux particularités des changements climatiques (par exemple, réchauffement et sécheresse en été, hausse des précipitations en hiver), aux conditions météorologiques de plus en plus variables et extrêmes, ainsi qu'à l'augmentation de l'étendue et de l'intensité des perturbations naturelles.

## C. Avenir des forêts boréales dans un climat en évolution

13. D'ici la fin du XXI<sup>e</sup> siècle, la saison de végétation devrait s'allonger dans toutes les zones bioclimatiques. Selon le profil représentatif d'évolution de concentration (RCP) 4,5 (voir encadré 1), la période de végétation moyenne dans la zone circumboréale pourrait augmenter de vingt-cinq jours par rapport à la période de référence. Le RCP 8,5 prévoit quant à lui une augmentation de quarante et un jours<sup>k</sup>. Un réchauffement de 2 °C seulement pourrait

<sup>1</sup> Les essences à petites feuilles sont des arbustes et des arbres qui résistent au froid (bouleau, peuplier, saule et nerprun). On les trouve souvent le long des rivières et des ruisseaux (voir <https://www.fao.org/3/i3299b/i3299b.pdf>).

<sup>2</sup> Les jours-degrés de croissance mesurent l'accumulation de chaleur tout au long de la saison de croissance. Ils donnent une bonne indication du développement des plantes et des parasites.

déplacer la limite de la forêt boréale de 500 km vers le nord en cent ans, soit une expansion de 5 km par an, alors que le taux naturel de déplacement des essences actuellement observé ne dépasse pas 200 à 300 m par an en moyenne<sup>1</sup>.

*Encadré 1*

***Les profils représentatifs d'évolution de concentration***

Les profils représentatifs d'évolution de concentration (RCP) décrivent quatre trajectoires distinctes que les émissions et les concentrations atmosphériques de gaz à effet de serre (GES), les émissions de polluants atmosphériques et l'utilisation des terres pourraient suivre au XXI<sup>e</sup> siècle. Ces trajectoires correspondent à différents scénarios climatiques susceptibles de se réaliser en fonction du volume de GES émis dans les années à venir : un scénario d'atténuation rigoureuse (RCP 2,6), deux scénarios intermédiaires (RCP 4,5 et RCP 6,0) et un scénario axé sur des émissions très élevées de GES (RCP 8,5). Les scénarios fondés sur l'absence de mesures supplémentaires destinées à limiter les émissions (« scénarios de référence ») conduisent à des trajectoires qui oscillent entre RCP 6,0 et RCP 8,5 (pour plus d'informations, voir [https://ar5-syr.ipcc.ch/topic\\_futurechanges.php](https://ar5-syr.ipcc.ch/topic_futurechanges.php)).

14. Comme indiqué ci-dessus, les changements climatiques prévus augmenteront le risque de feu de forêt et la durée de la saison des incendies dans les forêts boréales. À long terme, les incendies de forêt pourraient conduire à la formation de paysages forestiers plus homogènes et dominés par les feuillus<sup>m</sup>.

### **III. Effets économiques des changements climatiques sur les forêts boréales**

15. Les forêts boréales fournissent des matières premières importantes pour le marché mondial des produits forestiers. Plus de 33 % du bois d'œuvre et 25 % du papier exportés dans le monde en sont issus<sup>n</sup>. Selon la FAO<sup>o</sup>, les changements climatiques auront des répercussions économiques sur le secteur forestier et, par conséquent, sur la gestion forestière. Dans une étude récemment publiée, la CEE et la FAO ont modélisé les effets de l'évolution prévue de la productivité forestière sur les marchés mondiaux des produits forestiers<sup>p</sup>. Les résultats de la modélisation montrent que, dans le scénario fondé sur les concentrations de CO<sub>2</sub> les plus élevées, les changements climatiques entraîneraient globalement une augmentation de la productivité des forêts, qui serait à l'origine d'une baisse des prix et d'une hausse de la consommation et de la production mondiales de produits forestiers. Toutefois, il ressort également de l'étude que les baisses de prix induites par l'augmentation de la productivité des forêts à l'échelle mondiale modifieront la production et la compétitivité commerciale de certains pays<sup>3</sup>.

16. Dans les forêts boréales et les forêts tempérées où l'hiver est froid, la récolte a traditionnellement lieu à cette saison car, sur sol gelé, l'efficacité opérationnelle des machines forestières est améliorée et les terres subissent moins de dégâts. Les sols humides et engorgés sont beaucoup plus susceptibles d'être endommagés, ce qui peut entraîner une baisse de productivité<sup>q</sup>. En outre, les sols endommagés peuvent modifier le mélange des espèces et le fonctionnement des forêts. L'élévation des températures hivernales peut réduire le nombre de jours où les sols restent gelés et donc restreindre les opérations de récolte<sup>s</sup>. Des précipitations excessives hors saison peuvent avoir un effet similaire : il devient difficile de poursuivre la récolte sans endommager les sols vulnérables, ce qui peut avoir des conséquences graves pour la production de bois.

<sup>3</sup> Les résultats de la modélisation n'ont été établis que pour certains paramètres et pays. On trouvera des informations et des résultats plus complets, ainsi que des renseignements concernant la méthode employée, dans le document de réflexion complémentaire intitulé « The outlook for UNECE forest sector in a changing climate: a contribution to the Forest Sector Outlook Study 2020-2040 » (L'avenir du secteur forestier dans la région de la CEE sous l'effet des changements climatiques : contribution à l'étude sur les perspectives du secteur forestier 2020-2040).

17. Par ailleurs, la hausse du nombre de feux de forêt devrait peser sur l'offre de produits forestiers et de services écosystémiques, entraînant une hausse des coûts liés à la gestion et à la maîtrise des incendies. L'augmentation du nombre de parasites ainsi que de la fréquence et de l'intensité des phénomènes météorologiques extrêmes pourrait aggraver les dommages subis par les peuplements ayant une valeur financière et perturber les opérations industrielles. La période où les conditions sont favorables à la récolte et au transport du bois pourrait s'en trouver réduite. En outre, les réseaux routiers et les infrastructures de transport comme les ponts et les ponceaux pourraient être endommagés à la suite de l'augmentation du volume de précipitations et du nombre de tempêtes.

18. Compte tenu de ce qui précède, il pourrait être nécessaire, à cause des changements climatiques, de modifier les calendriers traditionnels de récolte du bois, de mettre à niveau les infrastructures utilisées pour l'exploitation forestière, d'avoir recours à des équipements et à des techniques de récolte et de transport adaptables et d'ajuster les méthodes sylvicoles. De tels aménagements pourraient augmenter le coût de la gestion forestière et, dans certains cas, nécessiter d'importants investissements dans les infrastructures, les équipements et la formation.

#### **IV. Contribution des forêts boréales à l'atténuation des changements climatiques**

19. Les forêts boréales fournissent des services essentiels à l'échelle locale, régionale et mondiale. Les populations autochtones et d'autres groupes sont tributaires des services rendus par les écosystèmes des forêts boréales pour la pêche, la chasse, la cueillette, les loisirs, les activités spirituelles, l'accès aux médicaments et l'obtention de débouchés économiques. Ces forêts abritent également de nombreuses espèces animales et végétales, notamment des espèces sauvages uniques. À l'échelle mondiale, les forêts boréales contribuent à réguler le climat par des échanges d'énergie et d'eau<sup>1</sup>.

20. Les forêts boréales constituent également un grand réservoir de carbone biogénique à un niveau comparable, voire supérieur, à celui des forêts tropicales. Selon diverses estimations, la biomasse terrestre des forêts boréales renfermerait 40,7<sup>u</sup>, 53,9<sup>v</sup> ou 57<sup>w</sup> milliards de tonnes de carbone. La quantité totale de carbone emmagasinée dans la zone circumboréale (y compris la végétation, le sol et les tourbières) varierait quant à elle entre 272<sup>x</sup> et 1 715<sup>y</sup> milliards de tonnes. D'après une estimation médiane établie dans le cadre d'une étude de synthèse<sup>z</sup>, la quantité totale de carbone stockée dans la zone circumboréale (tourbières comprises) s'élèverait à 1 095 milliards de tonnes de carbone, ce qui est supérieur à toutes les estimations moyennes précédentes.

21. L'élévation des températures risque de se répercuter sur les capacités de stockage du carbone de la zone circumboréale : le dégel d'un nombre croissant de zones de pergélisol et la combustion d'un nombre croissant de zones de forêts boréales entraîneront probablement le rejet de grandes quantités de GES. Le potentiel des forêts boréales en matière de stockage du carbone continue d'alimenter les débats, et des recherches visant à étudier l'incidence de la gestion forestière sur le bilan carbone de ces forêts sont actuellement menées (voir encadré 2). Ainsi, selon certains scientifiques, les tourbières forestières des régions boréales ont sans doute été considérées comme des écosystèmes improductifs et, par conséquent, négligées en raison de leur structure semi-ouverte et de la faible densité des tiges des plantes s'y trouvant<sup>aa</sup>. Il s'ensuit que leur capacité de stockage du carbone est mal évaluée et donc que leur contribution à l'atténuation des changements climatiques est sous-estimée.

22. Les taux de stockage du carbone des forêts boréales sont eux aussi susceptibles d'être fortement influencés par le réchauffement du climat, bien qu'il soit très difficile de déterminer si globalement, ils connaîtront une évolution positive ou négative. Comme on l'a expliqué ci-avant, des températures et des concentrations atmosphériques de CO<sub>2</sub> plus élevées, associées à des saisons de croissance plus longues, sont de nature à favoriser une croissance plus importante et, partant, des taux de stockage supérieurs. D'un autre côté, des saisons des incendies plus dévastatrices pourraient contrebalancer ces effets positifs mais aussi rajeunir les forêts dans toute la région boréale, étant entendu que les jeunes forêts ont tendance à enregistrer des taux de stockage plus élevés que les forêts anciennes. Sachant, de

plus, que la gestion durable des forêts peut donner lieu à la création de zones où les taux de stockage sont plus élevés et le risque d'incendie plus faible, on ne peut rien affirmer concernant ce qu'il adviendra, sur un plan général, du stockage du carbone par l'écosystème boréal.

---

#### *Encadré 2*

#### ***Gestion durable des forêts boréales – enjeux et perspectives liés à l'atténuation des changements climatiques***

---

*Rapport établi à l'issue du processus d'analyse (« Insight ») qu'a mené une équipe nommée par l'Association internationale de recherche sur la forêt boréale (IBFRA), publié en 2021 (disponible à l'adresse <https://www.skogsstyrelsen.se/globalassets/om-oss/rapporter/rapporter-2021202020192018/rapport-2021-11-sustainable-boreal-forest-management-challenges-and-opportunities-for-climate-change-mitigation-002.pdf>).*

Dans une étude publiée récemment, l'IBFRA a analysé le potentiel des forêts boréales aménagées et non aménagées en matière de stockage du carbone. Il ressort de cette étude que les pays nordiques (Finlande, Norvège et Suède) éliminent le plus de carbone stocké (en pourcentage du stock de carbone sur pied) grâce aux récoltes et connaissent également une augmentation importante du stock de carbone dans la biomasse vivante. Cette augmentation ne découle pas de l'expansion des zones forestières ni du vieillissement des peuplements dans les paysages, mais plutôt de la hausse des taux de croissance des forêts aménagées. Le Canada, la Russie et les États-Unis (Alaska), qui aménagent une part bien moindre de leurs forêts pour la récolte du bois, ont enregistré une augmentation faible, voire une stagnation, des stocks de carbone<sup>4</sup> dans la biomasse vivante entre 1990 et 2017.

Faute de données comparables de haute qualité provenant des grands pays et d'une définition des forêts aménagées harmonisée sur le plan international, les auteurs recommandent toutefois d'éviter de procéder à des comparaisons strictes entre les forêts aménagées et les forêts non aménagées à l'échelle du biome boréal. À l'instar des effets du réchauffement sur le bilan des GES, les effets négatifs de la gestion forestière (par exemple sur la biodiversité) ne devraient pas être examinés de manière isolée mais devraient plutôt être comparés aux incidences de la production et de l'utilisation de substituts, compte tenu des émissions de GES associées et d'autres effets sur l'environnement tels que les effets des changements climatiques sur le biote, y compris sur la biodiversité. Bien entendu, les décisions politiques doivent également tenir compte des dimensions socioéconomiques et culturelles.

---

## **V. Adapter les forêts boréales à une nouvelle réalité climatique**

### **A. Gestion forestière, restauration des paysages et certification**

23. Face aux effets complexes et divers des changements climatiques sur les forêts boréales, il devient de plus en plus urgent d'élaborer et de mettre en œuvre des programmes d'adaptation appropriés. Ces programmes d'adaptation doivent s'inscrire dans les cadres législatifs forestiers nationaux et prendre en compte les principes de gestion durable des forêts tels que les stratégies destinées à une « gestion intelligente des forêts face aux changements climatiques » (voir encadré 3)<sup>bb</sup>, les principes de restauration des paysages forestiers (voir encadré 4), ainsi que les traditions et les meilleures pratiques dans le domaine sylvicole.

---

<sup>4</sup> Le stock de carbone forestier est la quantité de carbone qui a été captée dans l'atmosphère et qui est désormais stockée par l'écosystème forestier, principalement dans la biomasse vivante et les sols, ainsi que, dans une moindre mesure, dans le bois mort et la litière.

---

*Encadré 3****La gestion intelligente des forêts face aux changements climatiques***

---

La notion de gestion intelligente des forêts face aux changements climatiques (« Climate Smart Forestry », CSF) porte sur l'ensemble de la chaîne de produits forestiers et dérivés du bois. Elle tient notamment compte des effets énergétiques et matériels qui ne sont pas attribués à la foresterie (sur la base des pratiques comptables actuelles). Cette gestion ne se limite pas au potentiel des écosystèmes forestiers en matière de stockage du carbone : elle passe par des mesures d'adaptation et vise à créer des synergies avec d'autres fonctions forestières telles que les services écosystémiques et la biodiversité. Elle repose sur les trois piliers suivants :

- 1) Réduction et/ou absorption des émissions de gaz à effet de serre aux fins de l'atténuation des changements climatiques ;
  - 2) Adaptation de la gestion forestière pour des forêts plus résilientes ;
  - 3) Gestion forestière active destinée à accroître la productivité ainsi que les revenus et à permettre de disposer durablement de tous les avantages que les forêts peuvent procurer.
- 

---

*Encadré 4****Qu'est-ce que la restauration des paysages forestiers et comment peut-elle contribuer à accroître la capacité des écosystèmes forestiers à absorber le carbone ?***

---

La restauration des paysages forestiers a pour objectif de rétablir une série de fonctions forestières à l'échelle du paysage. Elle passe notamment par des mesures visant à renforcer la résilience et l'intégrité écologique des paysages avec la participation de la population locale. Il s'agit d'un cadre d'intégration applicable à tout un éventail d'utilisations des terres et permettant de garantir aux générations futures l'accès aux biens et services écosystémiques essentiels et de faire face efficacement aux incertitudes liées aux changements climatiques, économiques et sociaux<sup>cc</sup>. L'amélioration de l'état des forêts et la conservation de leur biodiversité ont des effets positifs : leurs sols sont plus fertiles, leur rendement en bois augmente et elles stockent davantage de gaz à effet de serre.

---

24. Les mesures d'adaptation devraient avant tout viser à augmenter la résilience des forêts compte tenu des scénarios possibles de changements climatiques. Pour ce faire, il convient : de modifier la composition et la structure des forêts ; de prévoir la composition des forêts en s'appuyant sur des données forestières à jour, sur les cadres réglementaires et techniques forestiers et sur d'autres mesures d'adaptation ; d'améliorer la comptabilité forestière et de renforcer l'appui scientifique aux principales activités de gestion forestière afin de promouvoir la détection précoce des effets négatifs des changements climatiques sur les écosystèmes forestiers et de permettre que les dispositions correspondantes puissent être prises rapidement sur la base des meilleures pratiques. Les mesures d'adaptation devraient également tenir compte à la fois des avantages et des inconvénients liés à la relation que les insectes et autres agents pathogènes entretiennent avec leurs hôtes de la forêt boréale, ainsi que des risques et des possibilités susceptibles de découler des changements climatiques.

25. La certification forestière est un autre moyen d'accroître l'adaptation aux changements climatiques dans la foresterie. Il s'agit d'un mécanisme soumis aux besoins du marché et destiné à garantir une gestion responsable des forêts grâce au respect, par les détenteurs de certificats, d'un ensemble de normes élaborées par les parties prenantes, lequel fait l'objet d'une vérification par des auditeurs tiers indépendants<sup>dd</sup>.

## B. Incendies de forêt

26. Les forêts boréales sont adaptées au brûlage. S'ils sont peu fréquents, les incendies contribuent à créer des mosaïques d'habitats dont l'âge et le stade de régénération diffèrent. Du fait de l'augmentation du nombre de feux dans la zone circumboréale, les forêts perdent leur capacité à se remettre des incendies d'envergure. L'amélioration de la sensibilisation aux incendies de forêt et de la résilience face à ces incendies peut supposer de limiter leur fréquence et leur propagation afin de prévenir les éventuelles émissions de carbone, la perte de biomasse forestière et les effets négatifs sur les services liés aux écosystèmes forestiers de la forêt boréale.

27. Dans certains cas, cependant, la lutte contre les incendies et la plantation d'essences non indigènes dans les habitats ouverts peuvent entraîner des incendies plus importants et plus chauds en raison du risque d'accumulation de combustible. Pour remédier à ce problème, on peut, par exemple, rétablir les régimes d'incendie naturels en tenant compte des informations sur les effets des changements climatiques dans le cadre des mesures de gestion des incendies<sup>ee</sup> et éliminer les essences non indigènes<sup>ff</sup> de façon à réduire la vulnérabilité des personnes et des écosystèmes au risque accru d'incendie découlant des changements climatiques (notamment de l'élévation des températures et de la modification des régimes pluviométriques). Au Canada, la restauration des tourbières et des zones humides grâce à une réhumidification stratégique, à l'élimination sélective des épicéas et à la replantation de mousses résistantes au feu a démontré son efficacité en matière d'atténuation des pertes de carbone dues aux incendies de forêt<sup>gg</sup>.

28. Par ailleurs, ce sont souvent les populations directement touchées par les incendies de forêt qui manquent de moyens financiers pour mettre en place des mesures préventives. Un appui financier et technique visant, par exemple, à éclaircir les forêts entourant les zones de peuplement, à encourager la construction de logements résistant au feu et à élaborer des plans d'évacuation pourrait permettre à ces populations de mieux faire face aux incendies. En outre, une gestion durable des forêts et des activités de sensibilisation et de renforcement de la résilience peuvent les aider à mieux gérer les incendies.

## C. Main-d'œuvre du secteur forestier

29. Les effets des changements climatiques ainsi que l'évolution des technologies, le développement des exigences en matière de durabilité (protection de la biodiversité, des ressources en eau et des sols) et la concurrence entre les différentes utilisations des forêts continueront à modifier considérablement les qualifications requises dans le secteur forestier à tous les niveaux<sup>hh</sup>. Les programmes de formation aux métiers de la forêt devront donc être adaptés pour mieux tenir compte des connaissances relatives à l'influence des changements climatiques sur l'état et la dynamique des forêts ainsi que des nouvelles méthodes d'adaptation à ces changements, notamment des techniques de récolte mises à jour.

## VI. Principaux enseignements

30. La modification du climat de la planète aura probablement de nombreux effets, qui pourraient se révéler profonds, sur les forêts boréales. Ces effets seront diversifiés et multidimensionnels, et ils auront des conséquences complexes.

31. Les effets des changements climatiques transformeront les services écosystémiques de la région boréale, notamment le piégeage et le stockage du carbone, les processus liés à l'eau et au sol, ainsi que les phénomènes écologiques qui influent sur l'aire de répartition des espèces et les caractéristiques de la biodiversité.

32. Dans tous les scénarios envisagés, l'écosystème boréal mondial aura un rôle important à jouer en ce qu'il aidera la planète à réguler les effets à long terme des changements climatiques.

33. Les stratégies d'adaptation adoptées par les pays concernés seront essentielles à l'amélioration de la résilience des forêts boréales face aux changements climatiques. Elles pourront notamment être axées sur la gestion intelligente des forêts face aux changements climatiques, des activités de restauration des forêts et des mesures destinées à adapter les forêts au risque d'incendie croissant.

34. L'avenir des forêts boréales dans le contexte des changements climatiques aura des effets importants sur les marchés forestiers locaux, régionaux et mondiaux ainsi que sur l'approvisionnement en fibres.

35. À travers le monde, les travailleurs du secteur forestier devront mettre à jour leurs compétences et procéder à des ajustements afin de gérer les forêts dans ce nouvel environnement.

36. Les cadres législatifs nationaux relatifs aux forêts et les principes de gestion forestière devront être adaptés aux effets des changements climatiques. Les populations autochtones et les populations locales qui habitent dans la forêt, ainsi que toutes les parties concernées dans la zone circumboréale, devraient collaborer pour atténuer les effets futurs des changements climatiques et tirer pleinement parti du potentiel des forêts boréales.

37. Dans un environnement qui évolue rapidement, les organisations et instances internationales qui encouragent la coopération circumboréale joueront un rôle encore plus important dans la coordination de ces efforts.

## Annexe

## Références

- <sup>a</sup> Pisarenko A.I., Strakhov V.V. 2012. Boreal'nye lesa i lesnoe hozjajstvo [Boreal forests and forestry]. Moscow, 517 p. (In Russian).
- Pan Y et. al. 2011. A large and persistent carbon sink in the world's forests. *Science* 333 988 doi: 10.1126/science.1201609.
- <sup>c</sup> FAO. 2020. Global Forest Resources Assessment 2020 – Key findings. Rome. <https://doi.org/10.4060/ca8753en>.
- <sup>d</sup> Gauthier S, Bernier P, Kuuluvainen T, Shvidenko AZ, Schepaschenko DG. 2015. Boreal forest health and global change. *Science*. 349(6250):819-22. doi: 10.1126/science.aaa9092. PMID: 26293953.
- <sup>e</sup> IPCC, 2021: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press. In Press.
- <sup>f</sup> European State of the Climate 2020, Copernicus Climate Change Service, Full report: [climate.copernicus.eu/ESOTC/2020](https://climate.copernicus.eu/ESOTC/2020).
- <sup>g</sup> IPCC, 2021: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press. In Press. p. 15.
- <sup>h</sup> FAO. 2020. Global Forest Resources Assessment 2020 – Key findings. Rome. <https://doi.org/10.4060/ca8753en>, p.8.
- <sup>i</sup> Yue T.X., Fan Z.M., Chen C.F. et al. 2011. Surface modelling of global terrestrial ecosystems under three climate change scenarios // *Ecological Modelling*. V. 222, no. 14. P. 2342–2361.
- <sup>j</sup> Schepaschenko D., Moltchanova E., Fedorov S. et al. 2021. Russian forest sequesters substantially more carbon than previously reported. *Scientific Reports* 11, 12825. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-92152-9>.
- <sup>k</sup> Torzhkov, I.O., Kushnir, E.A., Konstantinov, A.V. et al. 2019. Assessment of Future Climate Change Impacts on Forestry in Russia. *Russ. Meteorol. Hydrol.* 44, 180–186 <https://doi.org/10.3103/S1068373919030038>.
- <sup>l</sup> Kirilenko, A.P. 2007. Climate change impacts on forestry / A.P. Kirilenko, R.A. Sedjo // *PNAS*. – 2007. – Vol. 104 (50). P. 19697–19702.
- <sup>m</sup> Doklad o klimaticheskikh riskah na territorii Rossijskoj Federacii. 2017. red. : E.A. Akentev i dr. – Sankt-Peterburg. 106 s.
- <sup>n</sup> Gauthier S, Bernier P, Kuuluvainen T, Shvidenko AZ, Schepaschenko DG. 2015. Boreal forest health and global change. *Science*. 349(6250):819-22. doi: 10.1126/science.aaa9092. PMID: 26293953.
- <sup>o</sup> FAO. 2013. Climate change guidelines for forest managers. FAO Forestry. Paper No. 172. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- <sup>p</sup> UNECE/FAO. 2021. Forest Sector Outlook Study 2020-2040. Geneva Timber and Forest Study Paper 51. Geneva, Switzerland, United Nations Economic Commission for Europe.
- <sup>q</sup> Toivio, J. et al. 2017. Impacts of timber forwarding on physical properties of forest soils in southern Finland, *Forest Ecology and Management*, 405, pp. 22–30. doi: 10.1016/j.foreco.2017.09.022.
- <sup>r</sup> Closset-Kopp, D., Hattab, T. and Decocq, G. 2019. Do drivers of forestry vehicles also drive herb layer changes (1970–2015) in a temperate forest with contrasting habitat and management conditions?, *Journal of Ecology*. Edited by D. Edwards, 107(3), pp. 1439–1456. doi: 10.1111/1365-2745.13118.
- <sup>s</sup> Henry, H. A. L. 2008. Climate change and soil freezing dynamics: historical trends and projected changes, *Climatic Change*, 87(3–4), pp. 421–434. doi: 10.1007/s10584-007-9322-8.
- <sup>t</sup> International Boreal Forest Research Association. 2022. “About Boreal Forests”, <http://ibfra.org/about-boreal-forests/>.
- <sup>u</sup> Thurner M et. al. 2013. Carbon stock and density of northern boreal and temperate forests. *Global Ecology and Biogeography* 162 297 <https://doi.org/10.1111/geb.12125>.
- <sup>v</sup> Pan Y et. al. 2011. A large and persistent carbon sink in the world's forests. *Science* 333 988 doi: 10.1126/science.1201609.

- <sup>w</sup> Saugier B, Roy J and Mooney H A 2001. Estimations of global terrestrial productivity: converging toward a single number? *Terrestrial global productivity* (ed. by J. Roy , B. Saugier and H.A. Mooney), pp. 543–557. Academic Press, San Diego, CA.
- <sup>x</sup> Pan Y et. al. 2011. A large and persistent carbon sink in the world's forests. *Science* 333 988 doi: 10.1126/science.1201609.
- <sup>y</sup> Corey J A Bradshaw and Ian G.Warkentin 2015. Global estimates of boreal forest carbon stocks and flux. *Global and Planetary Change* 128 24 <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2015.02.004>.
- <sup>z</sup> Corey J A Bradshaw and Ian G.Warkentin 2015. Global estimates of boreal forest carbon stocks and flux. *Global and Planetary Change* 128 24 <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2015.02.004>.
- <sup>aa</sup> Beaulne, J., Garneau, M., Magnan, G. et al. 2021. Peat deposits store more carbon than trees in forested peatlands of the boreal biome. *Sci Rep* 11, 2657. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-82004-x>.
- <sup>bb</sup> Nabuurs, G. et al. 2018. Climate-Smart Forestry: mitigation impacts in three European regions. *From Science to Policy* 6. European Forest Institute. <https://doi.org/10.36333/fs06>.
- <sup>cc</sup> FAO. 2022. Climate Change: Forests Landscape Restoration (FLR). Available at: <https://www.fao.org/climate-change/programmes-and-projects/detail/en/c/328989/> (accessed 2 August 2022).
- <sup>dd</sup> van der Ven, H.; Cashore, B. 2018. Forest certification: the challenge of measuring impacts. *Curr. Opin. Environ. Sustain.* 32, 104–111. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2018.06.001>.
- <sup>ee</sup> Sample, M.; Thode, A.E.; Peterson, C.; Gallagher, M.R.; Flatley, W.; Friggens, M.; Evans, A.; Loehman, R.; Hedwall, S.; Brandt, L.; et al. 2022. Adaptation Strategies and Approaches for Managing Fire in a Changing Climate. *Climate*, 10, 58. <https://doi.org/10.3390/cli10040058>.
- <sup>ff</sup> Wilder, B.; Jarnevich, C.; Baldwin, E.; Black, J.; Franklin, K.; Grissom, P.; Hovanes, K.; Olsson, A.; Malusa, J.; Kibria, A.S. 2021. Grassification and Fast-Evolving Fire Connectivity and Risk in the Sonoran Desert, United States. *Front. Ecol. Evol.* 9, 655561.
- <sup>gg</sup> Granath, G., Moore, P., Lukenbach, M. et al. 2106. Mitigating wildfire carbon loss in managed northern peatlands through restoration. *Sci Rep* 6, 28498. <https://doi.org/10.1038/srep28498>.
- <sup>hh</sup> UNECE/FAO. 2020. Guidelines on the Promotion of Green Jobs in Forestry. Geneva Timber and Forest Discussion Paper 77. Geneva, Switzerland, United Nations Economic Commission for Europe.