



# Adaptation aux changements climatiques

Dossier thématique

Réalisé par Myriades veille stratégique

Septembre 2022

# Table des matières

## 1. Les changements climatiques

1. Mise en contexte
2. Changements recensés
3. Scénarios possibles

## 2. Les impacts

1. Sur nos forêts
2. Sur nos activités

## 3. S'adapter

1. Gaz à effet de serre (GES)
2. Définir une stratégie d'adaptation
3. Exemples d'atténuation
4. Exemples d'adaptation

## 4. Les projets en cours

1. Adaptative Silviculture for Climate Change
2. Forêt expérimentale de Petawawa, Ontario
3. Forêts urbaines dans le parc régional de Crosby Farm à Saint Paul, Minnesota
4. Groupe de travail sur la forêt et les changements climatiques

## 5. Des outils

1. Logiciels
2. Équipements

## 6. Les ressources

# 1. Les changements climatiques

## Mise en contexte

La Terre a connu au moins 5 âges glaciaires majeurs, chacun impliquant des périodes de refroidissement glaciaire et de réchauffement interglaciaire. Avec chaque période prolongée de transformation du climat, la composition des forêts a aussi subi des changements à grande échelle.

Les forêts du Canada couvrent une plus vaste superficie terrestre et stockent davantage de carbone que celles de la majorité des autres nations. Par conséquent, la façon dont le Canada gère ses forêts demeure une préoccupation mondiale.

Les territoires du Nord-du-Québec et du nord de l'Abitibi-Témiscamingue sont probablement ceux qui connaîtront les plus hauts taux de réchauffement hivernal au Canada en 2050.

→ Aujourd'hui, les changements climatiques semblent survenir plus rapidement et par conséquent, les chercheurs étudient la possibilité que les forêts du Canada soient perturbées de façon nouvelle et importante.

# 1. Les changements climatiques (suite)

## Changements recensés

- Changement dans le cycle et la durée des saisons de croissance.
  - Arrivée précoce du printemps.
  - Augmentation de la durée des étés.
- Augmentation des maladies telles que:
  - L'infestation du dendroctone du pin Ponderosa en Colombie-Britannique.
  - La tordeuse des bourgeons de l'épinette dans les forêts de l'est.
  - Le dépérissement des peupliers faux-trembles dans les Prairies.
- Augmentation des infestations d'insectes.
- Fonte accrue du pergélisol.
- Augmentation de la sécheresse.
- Accroissement des feux de forêt et de leur intensité.
  - Avec 362 millions d'hectares de forêts, le Canada compte environ 9% de la couverture forestière du monde. Au cours de 25 dernières années, environ 7 300 incendies de forêt se sont produits chaque année, ce qui représente une superficie brûlée moyenne d'environ 2,5 millions d'hectares par année.
  - La saison des feux s'allonge, et les incendies sont plus dévastateurs.
  - Un climat plus sec se traduit par une hausse des éclairs et éventuellement des départs de feu.
  - 95% des incendies restent d'origine humaine.

# 1. Les changements climatiques

## Ces changements ont des incidences sur :

- La période de repos hivernal.
- La feuillaison.
- La floraison.
- La germination.
- Les essences forestières pourraient devenir de moins en moins adaptées à de nouveaux régimes climatiques et par conséquent, être soumises à des stress.

# 1. Les changements climatiques

## Scénarios possibles

Qu'arriverait-il si le rythme des changements s'accélérait ou demeurerait le même que celui qui existe aujourd'hui?

Résultats suggérés par les scientifiques :

- La **composition forestière** pourrait changer, favorisant les populations d'essences forestières les mieux adaptées à de nouvelles conditions climatiques et à des régimes de perturbation modifiés. Dans certains cas, les forêts pourraient être transformées en prairies.
- La **productivité des forêts** pourrait augmenter dans certaines régions et diminuer dans d'autres, avec les fluctuations des taux de croissance et de mortalité des arbres.
- Certains **habitats pourraient disparaître et d'autres migrer** vers le nord ou à des latitudes plus élevées.

→ *Une chose est claire : l'avenir ne ressemblera pas au passé.* ←

*Les forestiers devront être plus souples, plus proactifs et dépendront de plus en plus d'un système amélioré de surveillance et d'appui aux décisions.*

# 2. Les impacts

## Sur nos forêts

Tous ces changements climatiques auront des incidences sur nos forêts dont :

- Taux de croissance des arbres.
  - On prédit une hausse de croissance moyenne de 40 à 52% à l'est des Rocheuses d'ici 30 à 40 ans, mais il existe une grande disparité entre les régions et les espèces.
    - Le sapin baumier, le pin gris et l'épinette noire voient une hausse moyenne de croissance dans les modèles de 80% au sein du Bouclier boréal de l'est et de 33 à 45% dans le centre du Canada.
    - L'épinette blanche est le grand perdant dans les modèles avec un déclin de croissance prononcé.
  - La température est le facteur limitant le plus la croissance des arbres dans le nord du Canada, alors que c'est la disponibilité en eau qui s'avère le facteur le plus limitant dans le sud.

## 2. Les impacts

- Taux de mortalité des arbres.
  - Les données satellitaires révèlent que l'élévation des températures des dernières années a permis d'augmenter la santé des forêts boréales et tempérées non perturbées, alors qu'elle a chuté dans les forêts perturbées.
- Répartition des essences forestières.

→ Ces impacts sont cumulatifs et interreliés. Par exemple :

- ✓ Les dommages causés par les insectes peuvent accroître le risque de feux de végétation.
- ✓ La sécheresse peut causer un stress aux arbres, les rendant plus vulnérables aux attaques des insectes et maladies.



# 2. Les impacts

## Sur nos activités

- Les changements dans la croissance des arbres pourraient avoir des incidences sur le **volume et la qualité du bois** des forêts.
  - Toutefois, l'augmentation de la durée des saisons de croissance ou des régimes climatiques plus humides pourraient aussi offrir de nouvelles occasions au secteur forestier.
- La diminution de la saison hivernale limiterait l'utilisation des **chemins d'hiver** dans les régions où les activités forestières hivernales sont la norme.
- Tous les **coûts liés aux feux de forêt** sont voués à augmenter : prévention, protection, extinction, évacuation, reboisement, reconstruction, etc.



# 3. S'adapter

Les espèces d'arbres, à l'inverse des animaux, sont bien enracinées et donc ne peuvent pas fuir un problème; elles doivent l'endurer. Avec l'évolution, les arbres ont appris à tolérer les variations climatiques, mais elles sont devenues beaucoup trop fortes pour leurs capacités naturelles.

Les nouvelles connaissances aident les forestiers à **planifier des mesures destinées à réduire les risques d'impacts négatifs** et à **concevoir des outils d'appui aux décisions**.

## **Gaz à effet de serre (GES)**

Le Québec s'est doté d'objectifs de réduction d'émissions de GES de 37,5% sous le niveau de 1990 d'ici 2030 et d'un objectif de 80 à 95% sous le niveau de 1990 d'ici 2050. Le gouvernement veut mettre en place des mesures ambitieuses afin d'utiliser davantage le bois dans la construction et ainsi réduire l'empreinte carbone des bâtiments.

# 3. S'adapter

L'atténuation potentielle des émissions de GES comprend la somme de 3 effets :

1. La séquestration du carbone dans les forêts.
2. Le stockage de carbone dans les produits du bois.
3. La réduction des émissions vers l'atmosphère grâce à la substitution par les produits du bois, de matériaux et d'énergie à forte intensité d'émission de GES.



SÉQUESTRATION EN FORÊT



STOCKAGE DANS LES PRODUITS DU BOIS



SUBSTITUTION SUR LES MARCHÉS

# 3. S'adapter

## Solutions du GIEC

Parmi les solutions forestières présentant un potentiel élevé, le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) identifie 3 pratiques :

1. Le boisement et de reboisement.
2. L'aménagement et l'exploitation durable des forêts.
3. L'utilisation des produits du bois et de la biomasse forestière en substitution de produits à forte intensité d'émission de GES.

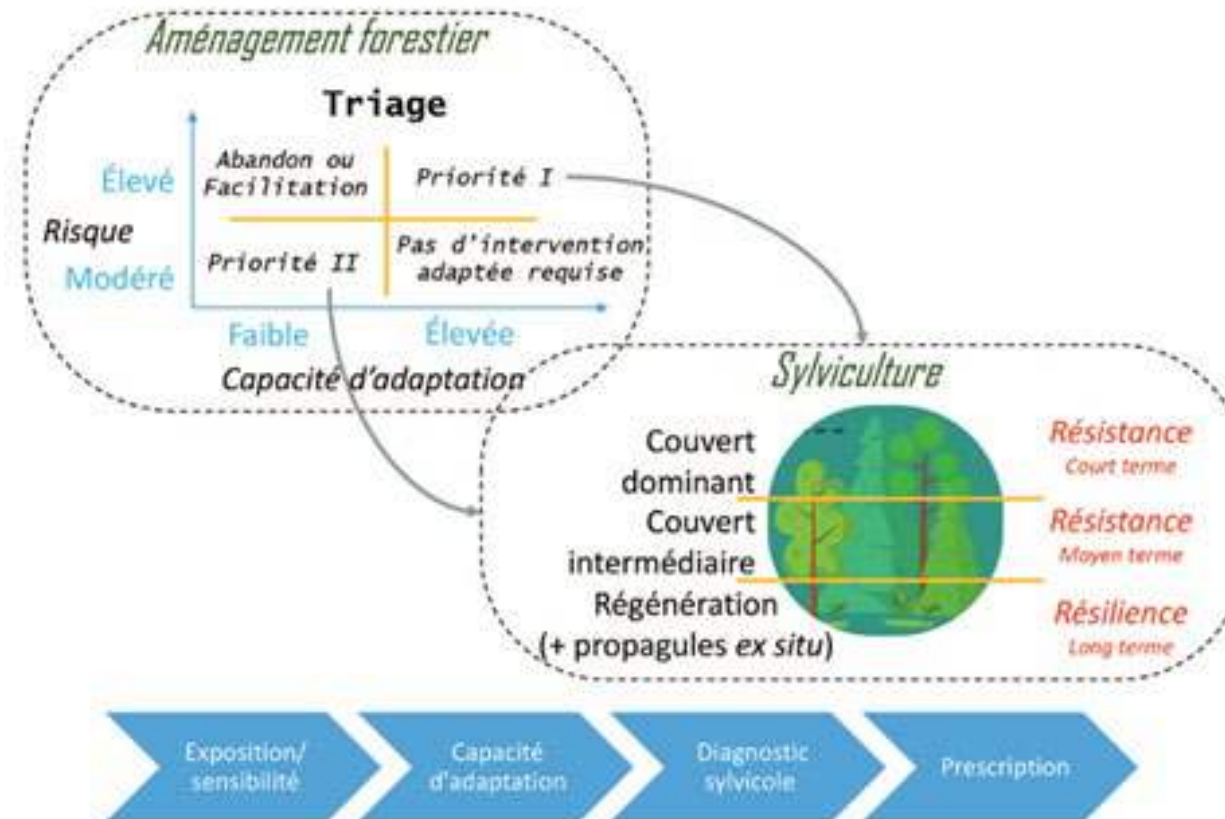
Par exemple : projet de FPI visant à substituer une partie du bitume utilisé dans les chaussées par de la lignine.

- L'ÉTS effectue des essais approfondis qui aident à élaborer la composition de l'enrobée bitumineuse.
- Les données préliminaires ont été validées sur route durant l'été 2021 dans 3 villes canadiennes.
- 2 méthodes d'incorporation de la lignine (appelées procédé « humide » et « sec » en fonction du moment où la lignine est ajoutée à l'enrobée bitumineux) ont été mises à l'essai.
- Pour chacun des 3 sites, le suivi sera effectué durant plusieurs années.
- L'un des essais de simulation à la circulation à l'échelle réelle a lieu à l'Université Laval.

# 3. S'adapter

## Définir une stratégie d'adaptation

Afin de définir nos stratégies d'adaptation, une grille de triage a été élaborée durant le forum Carrefour Forêts 2019. Celle-ci fait intervenir le risque des menaces associées aux changements globaux et la capacité d'adaptation des peuplements permettant d'optimiser les priorités d'intervention dans une stratégie d'adaptation.



Source : « Sylviculture d'adaptation aux changements climatiques : des concepts à la réalité », Carrefour Forêts 2019

# 3. S'adapter

## Exemples d'atténuation

Les forêts sont d'importants puits de carbone. Elle peut servir à atténuer les changements climatiques par exemple en :

- Limitant le déboisement par différentes stratégies telles que :
  - diminuer les perturbations au cours des activités de récolte,
  - réduire la largeur des chemins forestiers, ou
  - promouvoir le rétablissement rapide des arbres après la récolte.
- Créant de nouvelles forêts dans des zones actuellement non forestières.
- Améliorant la croissance dans les forêts existantes.

# 3. S'adapter

## Exemples d'adaptation

L'atténuation des changements climatiques ne sera pas suffisante, nous devons également mettre en place des stratégies d'adaptation telles que :

- Augmenter la **richesse des peuplements** en favorisant différentes espèces d'arbres afin d'accroître la résistance des forêts aux ravageurs et aux maladies.
  - Aujourd'hui au Québec (2019), 85% des plants utilisés pour le reboisement sont issus de programmes d'amélioration génétique.

# 3. S'adapter

- Améliorer les **méthodes de détection précoce** et la réponse rapide aux :
  - Nouvelles infestations et maladies.
  - Feux de forêt.

Exemples :

- Alberta Wildfire Detection Challenge 2022

Défi collaboratif pour petites entreprises où FPI comparera les performances de 6 systèmes fixes de détection terrestres. Ceux-ci proviennent d'Australie, de Pologne, des États-Unis, du Chili et d'Allemagne qui ont été installés sur une tour et seront à l'essai en contexte opérationnel de juillet à septembre 2022.

- Grille infrarouge

FPI travaille également avec Alberta Wildfire au déploiement d'une grille infrarouge (IR) sur une zone dans laquelle des points chauds simulés peuvent être déployés en toute sécurité et géolocalisés avec précision. L'objectif est de tester et valider les capacités des fournisseurs de services d'analyse IR des incendies de forêt à détecter avec précision des signatures thermiques similaires à celles d'incendies forestiers réels.





# 3. S'adapter

- Développer la **migration assistée** :
  - La migration assistée consiste à déplacer des espèces ou des populations dans des habitats où les conditions climatiques à venir pourraient leur être plus favorables.
  - Au Québec, ce déplacement se fait généralement du sud vers le nord.
  - Néanmoins, les plants mis en terre aujourd'hui doivent survivre sous le climat actuel avant de pouvoir performer sous un climat futur; la mise en œuvre de la migration assistée doit donc aussi tenir compte du risque de mésadaptation au stade juvénile.
  - Sa mise en œuvre pour l'épinette blanche est en cours et se traduit par l'actualisation des territoires d'utilisation modélisés pour un climat moyen en 2050.
- Modifier nos **méthodes de gestion des ressources** en :
  - Intégrant les principes de gestion adaptative et une approche écosystémique dans les plans de gestion des ressources.
  - Incorporant les résultats des scénarios de changement climatique et des évaluations de la vulnérabilité dans les initiatives de planification.

# 4. Les projets en cours

**Adaptive Silviculture for Climate Change (ASCC)**



Lien vidéo : <https://www.youtube.com/watch?v=jSUn81tW9ZY>

# 4. Les projets en cours

## Quoi

- Collaboration visant à établir une série d'essais sylvicoles expérimentaux dans un réseau de différents types d'écosystèmes à travers les États-Unis et le Canada.
- Les partenaires ont développé des sites d'essais dans le cadre de cette étude multirégionale pour rechercher les réponses à long terme des écosystèmes à une gamme d'actions d'adaptation au changement climatique.

## Pourquoi

- Les aménagistes forestiers ont besoin d'exemples solides sur la manière d'intégrer l'adaptation au changement climatique dans la planification sylvicole et les actions sur le terrain.

# 4. Les projets en cours

## Comment

- Des traitements spécifiques au site ont été développés en fonction des conditions locales et adaptés pour répondre aux objectifs de gestion spécifiques au site, tout en étant alignés dans un cadre commun pour répondre aux questions sur la façon dont les différents types de forêts réagiront au climat futur.
- Chaque parcelle d'étude est reproduite 4 fois sur des territoires de 500 acres pour chacun des projets en cours.

## Objectifs

- Créer une étude multirégionale avec des traitements d'adaptation au changement climatique adaptés localement, en utilisant la contribution d'un groupe d'experts composé de scientifiques régionaux et de gestionnaires locaux.
- Présenter aux gestionnaires des ressources naturelles des outils conceptuels et des approches qui aident à intégrer le changement climatique dans la gestion des ressources et la prise de décisions sylvicoles.

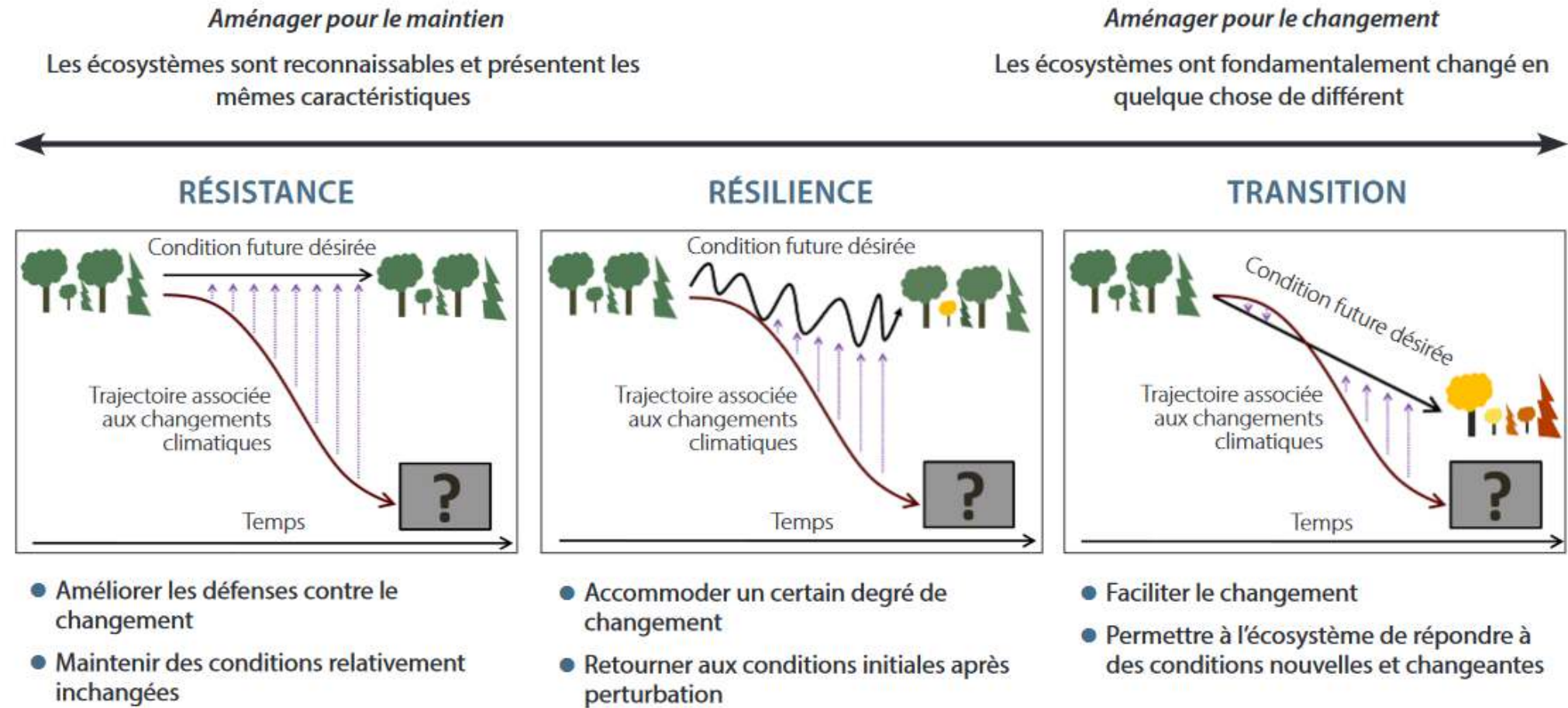
# 4. Les projets en cours

## Scénarios étudiés

L'expérience de l'ASCC examine 3 scénarios d'adaptation ainsi que 2 scénarios de contrôle :

- **Contrôle** : Gestion de la forêt comme à l'habitude.
- **Conditions de référence non traitées** : Aucune action.
- **Résistance** : Maintien des conditions relativement inchangées dans le temps.
- **Résilience** : Autoriser certains changements dans les conditions actuelles, mais encouragez un éventuel retour aux conditions d'origine. Créer des ouvertures dans les zones où les arbres meurent et planter une plus grande diversité d'arbres indigènes.
- **Transition** : Faciliter activement le changement pour encourager des réponses adaptatives. Une large gamme d'espèces futures adaptées au climat sont incorporées à partir d'autres zones de semences, souvent situées au sud du site d'essai.

# 4. Les projets en cours



*Adaptive Silviculture for Climate Change*

# 4. Les projets en cours

## Projets en cours à l'ASCC

- Forêt de l'État du Colorado
- Forêt expérimentale de Cutfoot dominée par le pin rouge, Minnesota
- Forêts urbaines, Crosby Farm, Minnesota
- Forêts dominées par les mélèzes, forêts Flathead et Coram, Montana
- Forêt de recherche John Prince, BC
- Forêts de pins mixtes, The Jones Center, Géorgie
- Forêts mixtes de conifères, forêt nationale de San Juan, Colorado
- Forêts de feuillus du Nord, Second College Grant du Dartmouth College, New Hampshire
- Forêts mixtes de pins, de chênes, de bouleaux et d'érables, Forêt expérimentale de Petawawa, Ontario



# 4. Les projets en cours

## Forêt expérimentale de Petawawa, Ontario – Projet sous l'ASCC

### Pourquoi

- On prévoit que les forêts de cette région deviendront plus chaudes et plus humides pendant l'automne, l'hiver et le printemps, mais plus sèches pendant l'été. La forêt devrait recevoir plus de pluie, de glace et de neige humide pendant l'hiver. Ceci pourrait entraîner une diminution de la fonte printanière et un assèchement plus précoce du sol, ce qui amplifiera les conditions forestières plus chaudes et plus sèches pendant l'été et au début de l'automne.
- L'augmentation du stress hydrique en été en raison de la sécheresse et du risque accru d'incendies de forêt. En période de stress hydrique répété, les arbres s'affaiblissent, sont plus vulnérables aux maladies, et pourraient stocker moitié moins de CO2 que prévu.
- Production de semences plus irrégulière nécessitant une dépendance réduite à la régénération naturelle.
- Augmentation de la fréquence des tempêtes de neige et de verglas entraînant des dommages aux cimes et une charge de neige sur les semis.
- Des températures hivernales plus chaudes et une évapotranspiration accrue. La hausse des températures a aussi brisé les cycles de "grands froids" qui régulaient les populations de parasites.
- Événements de pluie ou de neige entraînant une fonte rapide des neiges et des nappes phréatiques fluctuantes.
- Les arbres bourgeonnent de plus en plus tôt, encouragés par les hausses de température prématurées, mais exposent leurs nouvelles pousses à des conditions extrêmes. Si les bourgeons et les nouvelles feuilles gèlent à répétition, l'arbre est en péril. Ces conséquences ont été observées en 2021 dans le sud du Québec, alors que des températures quasi estivales ont été enregistrées dès le mois de mars.



# 4. Les projets en cours

## Quoi

- En 2019, le Centre canadien sur la fibre de bois de Ressources naturelles Canada s'est joint au réseau de l'ASCC, en faisant ainsi le premier site canadien du réseau.
- Forêt située dans la région des Grands Lacs et du St-Laurent dont les principales essences sont le pin blanc, le pin rouge, le chêne rouge, le bouleau jaune, l'érable à sucre et l'érable rouge.
- Le projet s'intéresse aussi à la conservation de la faune et des habitats.

## Comment

- L'expérience s'appuie sur l'outil d'aide à la décision Seedwhere pour déterminer les endroits optimaux où se procurer des semences d'arbres adaptées au climat futur.
- La collecte a débuté en 2021 et les données seront recueillies tous les 5 ans, et ce, au cours des 30 prochaines années.

# 4. Les projets en cours

## Opportunités

- Des températures plus chaudes et des saisons de croissance plus longues pourraient potentiellement augmenter la productivité des arbres et améliorer la production de bois.
- Le pin blanc, l'espèce d'arbre la plus dominante et la plus importante sur le plan économique, devrait généralement bien se comporter dans les conditions climatiques futures.
- On s'attend à ce que certaines espèces d'arbres actuellement trouvées sur le site aient un habitat plus propice, y compris le chêne rouge, ce qui peut créer des opportunités de diversité dans la composition de la forêt et l'offre de produits forestiers.

# 4. Les projets en cours

## Forêts urbaines dans le parc régional de Crosby Farm à Saint Paul, Minnesota – Projet sous l'ASCC

### Quoi

- Le parc régional de Crosby Farm est une zone naturelle de 736 acres. Le type de communauté forestière dominant est la forêt inondable. La grande majorité (> 95 % dans certaines parties) est composée de frênes verts morts debout tués par l'agrile du frêne.
- L'espace est un défi puisque ces petites zones fragmentées s'étendent à travers la ville. La taille minimale du terrain est de 25 acres, une exception qui a dû être faite par ASCC pour ce projet urbain spécifique.
- Le projet a débuté à l'automne 2019, la plantation a eu lieu en mai et juin 2020 et durera 20 ans.

### Pourquoi

- Affrontez le défi de l'agrile du frêne. Les experts estiment qu'au cours de la prochaine décennie, la région pourrait perdre 40 % de sa canopée et un demi-million de frênes en raison de la propagation des insectes.
- L'impact du changement climatique comprend des températures moyennes plus élevées, des précipitations accrues, des événements d'inondation extrêmes et une augmentation du stress dû à la sécheresse estivale.

### Pour aller plus loin

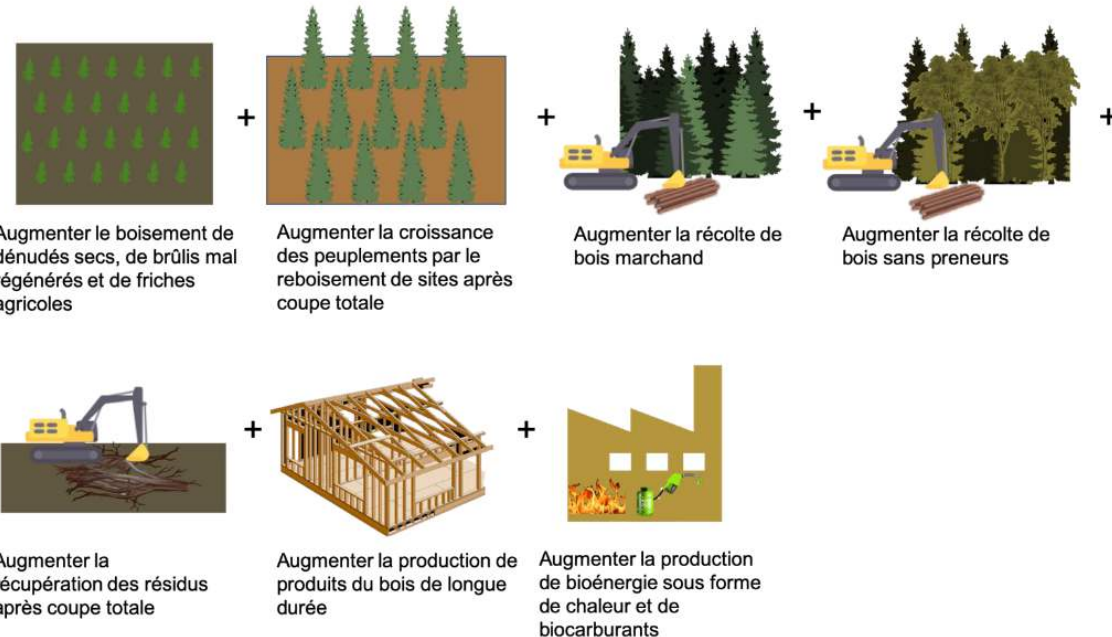
- Les travaux offrent également l'occasion d'engager le public dans la gestion forestière puisque les visiteurs pourront voir ce qui se fait.
- Des projets similaires sont envisagés à Baltimore, NYC et Philadelphie.

# 4. Les projets en cours

## Groupe de travail sur la forêt et les changements climatiques (GTFCC)

### Quoi

- Étudie la contribution potentielle du secteur forestier québécois à l'atténuation des changements climatiques.
- Les travaux prennent la forme de 4 scénarios d'atténuation qui ont été modélisés dans le MBC-SFC3 sur une période de 70 ans (2020-2089).
- L'aire d'étude considérée englobe la totalité des superficies forestières de la forêt commerciale du Québec, y compris les forêts publiques et privées.



# 4. Les projets en cours

## Scénarios étudiés

Les 4 scénarios sont comparés au scénario du cours normal des affaires.

- **Scénario 1 : Aménagement forestier intensif.**
  - Actions de boisement de 50 000 ha par année de plus de dénudés secs, de brûlis mal régénérés et de friches agricoles sur 10 ans.
  
- **Scénario 2 : Développement de la bioénergie.**
  - Mise sur la récolte de résidus de coupe totale et l'utilisation de cette biomasse forestière pour produire de la chaleur servant au chauffage de bâtiments et à l'alimentation de procédés industriels.
  
- **Scénario 3 : Aménagement intensif et développement de la bioénergie.**
  - Combine les 2 scénarios précédents.
  
- **Scénario 4 : Récolte et utilisation des bois de faible qualité.**
  - Combine les 2 premiers scénarios et ajoute la récolte de bois sans preneurs.

# 4. Les projets en cours

## Résultats des projections

L'analyse de sensibilité simule une transition accélérée vers des produits stockant le carbone sur une plus longue période (ex : des panneaux plutôt que du papier) et tient compte de la substitution de produits avec un plus grand potentiel de réduction des GES.

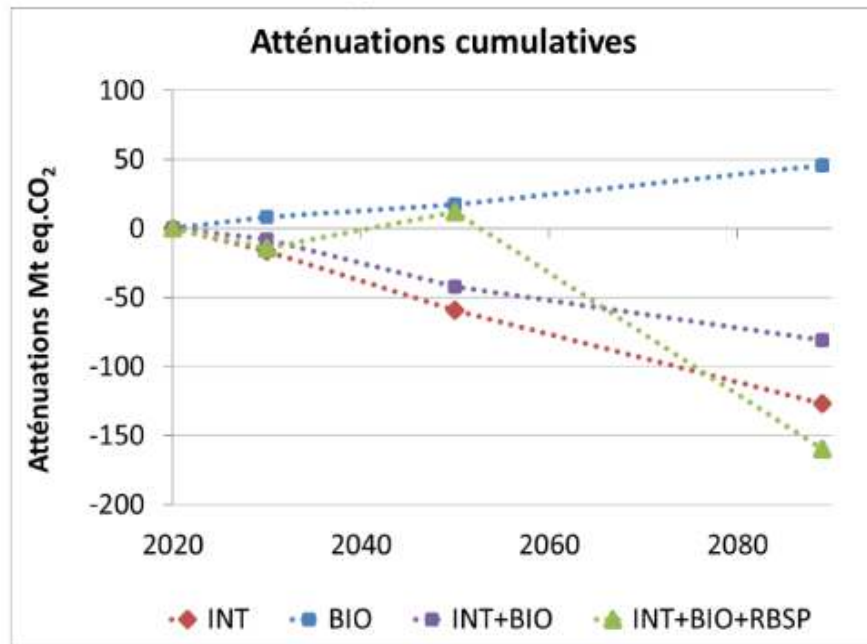


Figure 1. Atténuations analyse de base

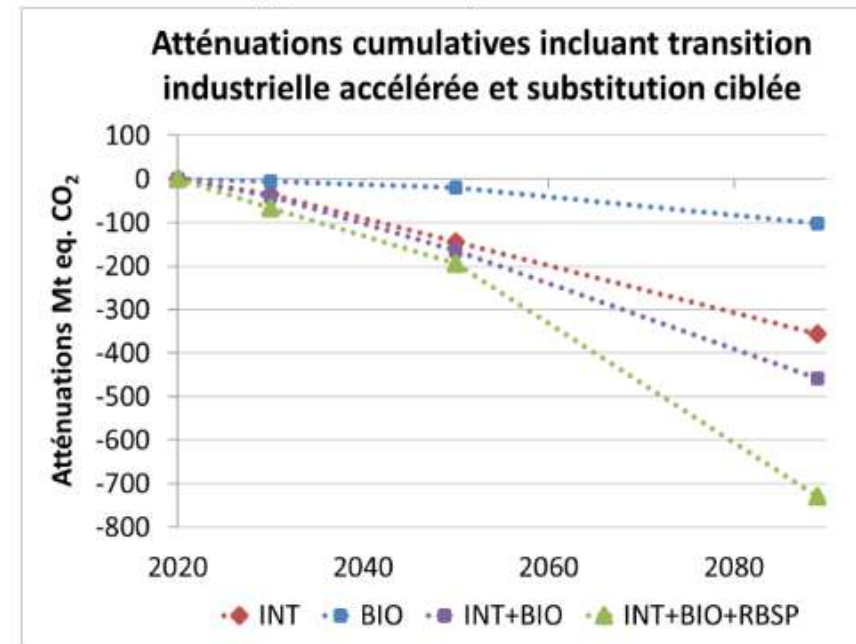


Figure 2. Atténuations analyse de sensibilité

# 4. Les projets en cours

Une analyse économique est également réalisée.

À noter que les coûts et les revenus découlant de l'aménagement forestier et de la production de produits ne seront pas assumés par les mêmes parties prenantes. La répartition entre l'industrie et l'État souligne la nécessité d'harmoniser les politiques et les plans d'aménagement de façon à obtenir les rendements financiers, forestiers et environnementaux identifiés.

Il est également à considérer que les revenus potentiels liés aux marchés du carbone ne sont pas pris en considération dans cette analyse.

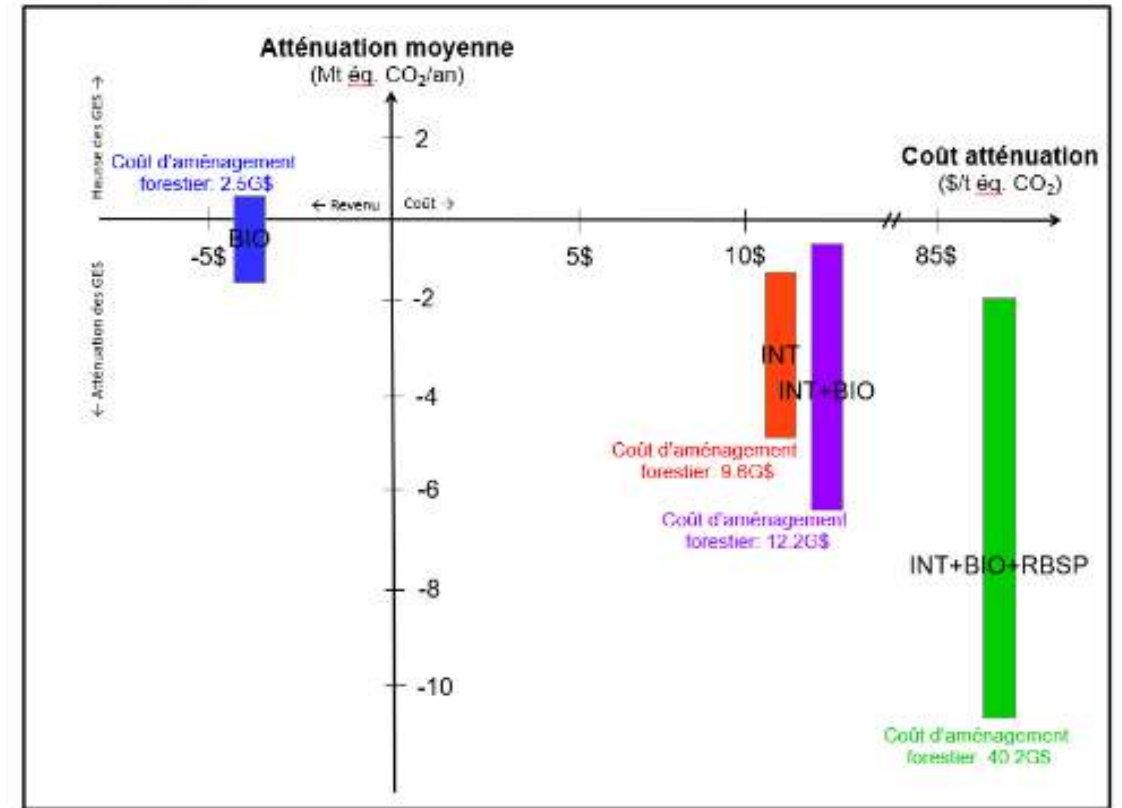


Figure 3. Coûts d'atténuation des scénarios

# 4. Les projets en cours

## Tests de pourriture du bois à long terme

### Quoi

- FPI fait des essais de pourriture à long terme au-dessus du sol à la forêt expérimentale de Petawawa, en Colombie-Britannique et au Québec.
- Ce programme d'essais génère des données sur la performance à long terme des produits du bois durables. Celles-ci fournissent une référence pour comprendre les impacts d'un climat changeant.
- Depuis plusieurs décennies déjà des données sont récoltées sur différents sites d'essai répartis dans le monde grâce à un réseau de collaboration. Elles ont permis de déterminer la valeur des doses de résistance propres à chaque matériau, qui ont été corrélées avec les taux de pourriture.





# 4. Les projets en cours

## Pourquoi

- Le Code national du bâtiment du Canada exige qu'on utilise du bois traité selon la norme CAN/CSA-080.1 dans les applications où il n'est pas protégé des précipitations, si l'indice d'humidité est supérieur à 1,00 et si la configuration est propice à la pourriture.
- Les changements climatiques vont influencer les indices d'humidité, ce qui fera augmenter ou diminuer le risque de pourriture selon les régions.

## Objectif

- Des collaborateurs utilisent maintenant ces modèles pour développer des outils numériques afin d'aider les rédacteurs de devis à choisir la technologie de protection du bois convenant aux conditions d'exposition et à la durée de vie de leur projet via l'outil [CLICKdesign](#) par bre Group.

# 4. Les projets en cours

## Tests contre les termites

### Quoi

- Les sites d'essais de FPI à Kincardine en Ontario mesurent l'efficacité des technologies de préservation du bois contre les termites afin de prolonger la durée de vie des structures.

### Pourquoi

- Les termites souterrains attaquent principalement les structures de bois situées au sud de l'Ontario et de la Colombie-Britannique, mais les températures plus douces pourraient leur permettre d'étendre leur aire de distribution.

# 5. Des outils

## Logiciels

### [BioSIM](#)

Élaboré par le SCF, ce logiciel sert à prévoir les étapes du développement des insectes au cours de la saison de croissance. Il a d'ailleurs servi à prévoir comment les changements climatiques auront des incidences sur le risque d'infestation par le dendroctone du pin Ponderosa dans l'Ouest canadien.

### [Carte des zones de rusticité du Canada](#)

La nouvelle carte mise à jour montre les changements dans les zones de rusticité compatibles avec les changements climatiques.

### [Seedwhere](#)

Système d'information géographique (SIG) qui aide aux décisions qui concernent la plantation et l'ensemencement pour la régénération de la forêt. Il aide aussi les forestiers à décider où cueillir les graines et à déterminer quelle serait la zone la plus éloignée où planter ces graines

### [Modèle du bilan carbone du secteur forestier canadien \(MBC-SFC3\)](#)

Élaboré par le SCF, il peut aider les forestiers à évaluer les conséquences de leurs activités sur le plan du carbone et à considérer des solutions de remplacement qui peuvent avoir un impact plus faible.



# 5. Des outils

## [CLICKdesign](#)

Le projet CLICKdesign par bre Group développe un protocole de spécification basé sur la performance pour permettre à un logiciel destiné aux architectes, aux prescripteurs et au public d'intégrer la spécification de durée de vie pour les produits du bois.

## [Adaptation Workbook](#)



Lien vidéo : <https://www.youtube.com/watch?v=tkeAy7hywsA&t=85s>

# 5. Des outils

## Quoi

Outil en ligne créé par l'Institut nordique des Sciences appliquées du Climat, il s'agit d'un processus structuré pour considérer les effets potentiels du changement climatique et concevoir des actions de gestion et de conservation des terres qui peuvent aider à se préparer aux conditions changeantes. Le processus est flexible pour s'adapter à une variété d'emplacements géographiques, de types de propriété, d'écosystèmes, d'utilisations des terres, d'objectifs de gestion et de tailles de projet.

## Comment (5 étapes de base)

1. Conception des buts et objectifs.
2. Évaluer les impacts climatiques et les vulnérabilités.
3. Évaluer les objectifs en tenant compte des impacts climatiques.
4. Identifier les approches d'adaptation et les tactiques de mise en œuvre.
5. Suivi de l'efficacité des actions mises en place.

## Pourquoi

De plus en plus d'informations deviennent disponibles, mais la plupart d'entre elles ne semblent pas applicables, car les propriétaires et les gestionnaires fonciers ne savent pas comment le changement climatique pourrait réellement s'appliquer aux échelles pertinentes pour leur travail. Le manuel fournit aux utilisateurs un processus flexible et logique pour examiner les informations sur le changement climatique et concevoir des actions de gestion personnalisées qui peuvent aider à atteindre leurs objectifs de gestion.

# 5. Des outils

## Équipements

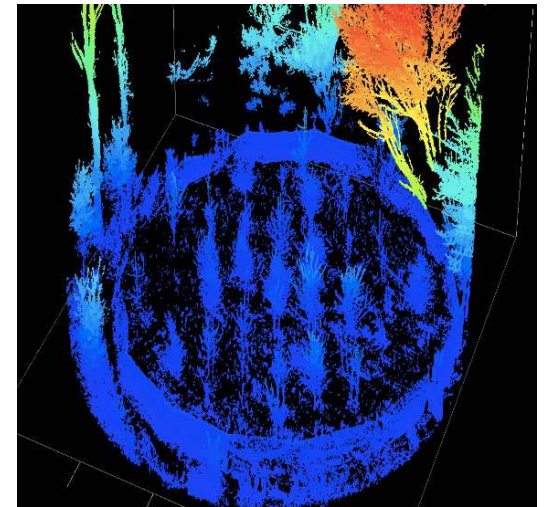
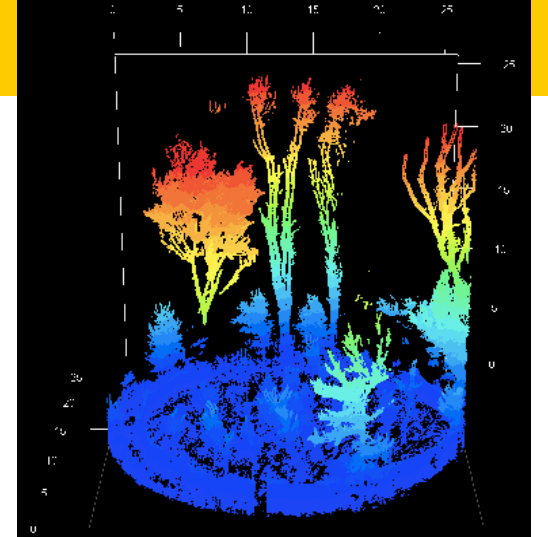
### Terrestrial Laser Scanning (TLS)

#### Qui

- Utilisé dans les forêts urbaines de Crosby Farm au Minnesota.
- Au printemps 2022, une nouvelle méthode de capture de la structure dans les parcelles à l'aide du balayage laser terrestre (TLS) a été testée, également connue sous le nom de lidar terrestre.
- Des scans répétés seront collectés pendant la saison de croissance à l'été et l'automne 2022.

#### Quoi

- Précis au millimètre près, il permet un suivi plus fin de la structure des peuplements et de la dynamique saisonnière. Plusieurs scans ont été collectés pour chacune des parcelles de traitement de résistance, de résilience et de transition.



# 5. Des outils

## Pourquoi

La caractérisation des modèles fournira une meilleure compréhension des facteurs déterminants des processus forestiers des plaines inondables et un aperçu des meilleures pratiques de gestion pour promouvoir la régénération, utilisées en combinaison avec un lidar aéroporté, des photographies hémisphériques, l'humidité du sol et des données sur le microclimat.



Résistance



Résilience



Transition

# 5. Des outils

## Robot de récolte « Tree-to-Tree »

### Qui

- FPI a collaboré avec Scion et InFact, entreprises de Nouvelle-Zélande, afin de mettre au point ce nouvel outil robotisé.

### Quoi

- Cet appareil de récolte robotisé est contrôlé à distance et conçu pour se déplacer d'un arbre à l'autre et effectuer des opérations d'éclaircie sur les arbres non désirés. Une lame de scie située à la base du système de mâchoire permet de couper les arbres d'un diamètre de 80 à 160 mm près du niveau du sol.
- Grâce à sa portée d'un à deux mètres et d'une inclinaison de 10 degrés, le robot peut travailler sur des terrains accidentés.



# 5. Des outils

## Pourquoi

- Utilisations : Élagage précommercial ou contrôle des feux de forêt.
- Cette technologie est encore en développement.



Lien vidéo : <https://www.youtube.com/watch?v=mzzE70ymuTU&t=26s>

**En théorie**



Lien vidéo : <https://www.youtube.com/watch?v=EbX49cPdF6A>

**En pratique**

# 5. Des outils

## SilviScan

### Quoi

- Une suite avancée de logiciels et d'instruments (scanneur de cellule, densitomètre à rayon X et diffractomètre à rayon X) qui servent à mesurer les caractéristiques de structure et de qualité du bois les plus pertinentes pour l'industrie.
- Outil d'aide à la décision pour sélectionner les arbres qui répondent le mieux aux écarts climatiques extrêmes tout en conservant les qualités élevées du bois.
- FPI est l'une des 3 seules organisations dans le monde qui possèdent ce système.

### Pourquoi

- Peut mesurer les dimensions de fibre les plus petites dans un arbre. Les données peuvent servir à cartographier les forêts d'une région entière.
  - Évalue des échantillons de façon non destructive sur des arbres debout grâce à un échantillon cylindrique qui va de l'écorce au cœur.
- Utile aussi pour fournir une estimation précise et fiable de la consommation en dioxyde de carbone des forêts afin d'appuyer la recherche sur les changements climatiques.

### Objectif

- Générer des données sur les attributs cellulaires clés ou propriétés du bois à l'intérieur des cernes de croissance ou à travers ceux-ci ainsi que d'évaluer de quelle façon la variabilité climatique est liée aux variations à l'intérieur du bois, et comprendre de quelle façon différentes essences d'arbres résistent à la sécheresse.

# 6. Les ressources

## Collaboration Canada-États-Unis

### [Adaptive Silviculture for Climate Change \(ASCC\)](#)

Projet de collaboration Canada-US du NIACS sur l'étude de forêts expérimentales.

## Canada

### [Atlas climatique du Canada](#)

Explique comment les changements climatiques auront un impact sur les forêts canadiennes.

Cartes climatiques pour les forêts : <https://atlasclimatique.ca/cartes-du-changement-climatique-et-forets>

### [Base de données nationale sur les forêts \(BDNF\)](#)

Recueil des statistiques forestières du Canada, servant de source nationale de statistiques forestières crédibles, précises et fiables. Le rôle principal de la BDNF est de recueillir et de compiler les données forestières nationales et les statistiques de gestion forestière.

### [Centre canadien sur la fibre de bois](#)

Développe des connaissances, outils et techniques basés sur les fibres pour aider le secteur forestier à faire la transition vers une économie à faibles émissions de carbone.

### [Centre d'étude de la forêt \(CEF\)](#)

Réunis l'expertise scientifique de 75 chercheuses et chercheurs provenant de 11 universités québécoises en biologie forestière, écologie forestière et aménagement forestier. Il est le seul centre de recherche au Québec à avoir pour mission centrale la formation avancée et la recherche sur la forêt.

# 6. Les ressources

## [Communauté de pratique en adaptation forestière \(CdPAF\)](#)

Communauté de partage d'informations et de meilleures pratiques sur la vulnérabilité au changement climatique et l'adaptation dans le secteur forestier du Canada constituées de l'industrie forestière, de chercheurs en sciences forestières et de décideurs de politiques forestières.

## [Groupe de travail sur la forêt et les changements climatiques \(GTFCC\)](#)

Rapport déposé en décembre 2019.

Pas de site internet.

## [Réseau Reboisement Ligniculture Québec \(2RLQ\)](#)

Réseau de transfert de connaissances. Il contribue à l'essor de la plantation d'arbres tant en milieu forestier, dans une perspective d'augmentation de la productivité forestière, que pour le développement et le maintien des infrastructures vertes et la restauration écologique de sites perturbés ou anthropisés.

## [Service canadien des forêts \(SCF\)](#)

La voix nationale et internationale du secteur forestier du Canada et offre une expertise et des avis scientifiques et politiques sur des enjeux nationaux.

## [Silva21](#)

Fournis des données, des outils et des solutions pratiques pour améliorer la résilience des forêts canadiennes. Finance 12 sites de recherche de forêt expérimentale à travers le Canada, dont celui de Petawawa.

## [Système national d'information sur les forêts](#)

Par le Conseil canadien des ministres des forêts.

# 6. Les ressources

## États-Unis

### [Climate Change Atlas](#)

Documente la répartition actuelle et future possible de 134 espèces d'arbres et de 147 espèces d'oiseaux dans l'est des États-Unis.

Tree Atlas : <https://www.fs.fed.us/nrs/atlas/tree/>

### [Climate Change Response Framework \(CCRF\)](#)

Approche collaborative et transfrontalière entre scientifiques, gestionnaires et propriétaires fonciers pour intégrer les considérations liées au changement climatique dans la gestion des ressources naturelles. Il fournit un ensemble intégré d'outils, de partenariats et d'actions pour soutenir la conservation et la gestion des forêts tenant compte du climat.

### [Northern Institute of Applied Climate Sciences \(NIACS\)](#)

Collaboration entre le Service forestier, des universités, des organisations de conservation et l'industrie forestière pour fournir des informations sur la gestion des forêts pour l'adaptation au changement climatique et l'amélioration de la séquestration du carbone.

# Sources

1. Changement climatique : l'impact sur les forêts, Ressources naturelles Canada, dernière modification au 4 juillet 2022, <https://www.rncan.gc.ca/changements-climatiques/changements-climatiques/13084>
2. Impacts des changements climatiques sur les forêts – État de la science et moyens d'adaptation, Progrès forestier, Printemps 2022, <https://d1ied5g1xfqpx8.cloudfront.net/pdfs/40662.pdf>
3. Planter les forêts de demain à la forêt expérimentale de Petawawa, Progrès forestier, Printemps 2022, <https://d1ied5g1xfqpx8.cloudfront.net/pdfs/40661.pdf>
4. Forests In A Changing Climate : Impacts and Adaptation in Ontario, Climate Ontario, Date inconnue, [https://climateontario.ca/doc/RACII/National\\_Assessment\\_Syntheses/Posters/Forests\\_in\\_a\\_Changing\\_Climate-Impacts\\_and\\_Adaptation\\_in\\_Ontario.pdf](https://climateontario.ca/doc/RACII/National_Assessment_Syntheses/Posters/Forests_in_a_Changing_Climate-Impacts_and_Adaptation_in_Ontario.pdf)
5. Sylviculture d'adaptation aux changements climatiques : des concepts à la réalité, Compte-rendu d'un colloque tenu au Carrefour Forêts 2019, The Forestry Chronicle, 2021, <https://pubs.cif-ifc.org/doi/pdf/10.5558/tfc2021-005>
6. Pour une (meilleure) réaction plus rapide : l'évolution des solutions de détection des incendies forestiers, FPInnovations, 14 juin 2022, <https://web.fpinnovations.ca/fr/pour-une-meilleure-reaction-plus-rapide-levolution-des-solutions-de-detection-des-incendies-forestiers/>
7. Bois brûlé : récupérer la fibre après un incendie forestier, FPInnovations, 17 juin 2022, <https://web.fpinnovations.ca/fr/bois-brule-recuperer-la-fibre-apres-un-incendie-forestiers/>
8. Planting for the Future: Managing Urban Forests for Climate Change, The Cross-Pollinator, Décembre 2020, [https://www.fs.fed.us/research/docs/cross-pollinator/Cross-Pollinator\\_Issue2\\_Final\\_Dec2020.pdf](https://www.fs.fed.us/research/docs/cross-pollinator/Cross-Pollinator_Issue2_Final_Dec2020.pdf)
9. Comment le secteur forestier peut contribuer à l'atténuation des changements climatiques, FPInnovations, décembre 2020, [https://library.fpinnovations.ca/en/permalink/fpipub7924?utm\\_source=blog&utm\\_medium=blogpost&utm\\_campaign=20210216resultatsgtfcc&utm\\_content=text](https://library.fpinnovations.ca/en/permalink/fpipub7924?utm_source=blog&utm_medium=blogpost&utm_campaign=20210216resultatsgtfcc&utm_content=text)
10. Lutter contre les changements climatiques, une route à la fois, FPInnovations, 5 janvier 2022, <https://web.fpinnovations.ca/fr/lutter-contre-les-changements-climatiques-une-route-a-la-fois/>
11. Rapport, Groupe de travail sur la forêt et les changements climatiques (GTFCC), 15 novembre 2019, [https://mffp.gouv.qc.ca/documents/forets/Rapport\\_final\\_GTFCC.pdf](https://mffp.gouv.qc.ca/documents/forets/Rapport_final_GTFCC.pdf)
12. Des produits de bois durables pour un climat changeant, FPInnovations, 12 avril 2022, <https://web.fpinnovations.ca/fr/des-produits-de-bois-durables-pour-un-climat-changeant/>
13. Terrestrial Laser Scanning at Crosby Farm Adaptive Silviculture for Climate Change Project, Adaptive Silviculture, 4 mai 2022, <https://www.adaptivesilviculture.org/CrosbyTLS>
14. Feux de forêt : une technologie robotisée pour protéger les communautés, FPInnovations, 19 mai 2021, <https://web.fpinnovations.ca/fr/feux-de-foret-une-technologie-robotisee-pour-protoger-les-communautes/>
15. La technologie SilviScan au service de la recherche sur l'impact climatique, FPInnovations, 22 septembre 2021, <https://web.fpinnovations.ca/fr/la-technologie-silviscan-au-service-de-la-recherche-sur-limpact-climatique/>
16. Canadian Forest Service Climate Change Program, Institut forestier du Canada, 16 juillet 2019, [https://www.cif-ifc.org/wp-content/uploads/2021/04/5-ASCC-workshop-Edwards-CFS-CC-program-overview-July-16-2019\\_2.pdf](https://www.cif-ifc.org/wp-content/uploads/2021/04/5-ASCC-workshop-Edwards-CFS-CC-program-overview-July-16-2019_2.pdf)

# Sources

17. Programme : Se préparer aux changements climatiques dans le Nord, 10 juillet 2020, [Projets financés de 2019 à 2020, programme Se préparer aux changements climatiques dans le Nord \(rcaanc-cirnac.gc.ca\)](#)
18. En forêt de Chantilly, bénévoles et scientifiques aident les arbres face au réchauffement climatique, GEO magazine, 10 juillet 2022, <https://www.geo.fr/environnement/en-foret-de-chantilly-benevoles-et-scientifiques-aident-les-arbres-a-faire-face-au-rechauffement-climatique-210762>
19. Australie: les feux de 2019/2020 "clairement" attisés par le réchauffement climatique, GEO magazine, 25 août 2020, <https://www.geo.fr/environnement/australie-les-feux-de-2019-2020-clairement-attises-par-le-rechauffement-climatique-201817>
20. Les premiers ministres des provinces et territoires discutent du coût de la vie et des défis mondiaux, CISION Canada, 12 juillet 2022, <https://www.newswire.ca/fr/news-releases/les-premiers-ministres-des-provinces-et-territoires-discutent-du-cout-de-la-vie-et-des-defis-mondiaux-806073805.html>
21. Nouvelles recommandations du Comité consultatif sur les changements climatiques, MCI, 16 mars 2022, <https://magazinemci.com/2022/03/16/nouvelles-recommandations-du-comite-consultatif-sur-les-changements-climatiques/>
22. 75M\$ pour stimuler l'innovation dans l'industrie forestière, MCI, 28 avril 2022, [75 M\\$ pour stimuler l'innovation dans l'industrie forestière \(magazinemci.com\)](#)
23. Casamance – Changements climatiques : Plant pour sauver la forêt, Le Quotidien, 2 mars 2022, <https://lequotidien.sn/casamance-changements-climatiques-plant-pour-sauver-la-foret/>
24. L'adaptation climatique coûtera cher, reconnaît le gouvernement Legault, Le Devoir, 30 avril 2022, <https://www.ledevoir.com/environnement/705516/environnement-l-adaptation-climatique-couter-cher-reconnait-le-gouvernement-legault>
25. Précipitations à la hausse, La Sentinelle, 16 mai 2022, <https://www.lasentinelle.ca/precipitations-a-la-hausse/>
26. Forêts boréales et climat : un rapport exhaustif, Radio Taïga, 5 juin 2022, <https://www.radiotaiga.com/post/for%C3%AAts-bor%C3%A9ales-et-climat-un-rapport-exhaustif>
27. La Réserve mondiale de la biosphère Manicouagan-Uapishka reçoit 500 000 \$ de Québec, ICI Côte-Nord (Radio-Canada), 3 juin 2022, <https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/1888243/reserve-mondiale-uapishka-manicouagan-tourisme-durable-mont-groulx>
28. COP26 : comment le Québec peut devenir un leader de l'action climatique, L'actualité magazine, 6 novembre 2021, <https://lactualite.com/environnement/cop26-comment-le-quebec-peut-devenir-un-leader-de-laction-climatique/>
29. Tout le Québec s'investit - Québec lance sa Stratégie nationale de production de bois et sa Politique d'intégration du bois dans la construction, CISION Canada, 16 décembre 2020, <https://www.newswire.ca/fr/news-releases/tout-le-quebec-s-investit-quebec-lance-sa-strategie-nationale-de-production-de-bois-et-sa-politique-d-integration-du-bois-dans-la-construction-856235935.html>
30. Forêts et réchauffement climatique : le scénario noir, L'express, 7 juillet 2022, [https://www.lexpress.fr/actualite/societe/environnement/forets-et-rechauffement-climatique-le-scenario-noir\\_2176569.html](https://www.lexpress.fr/actualite/societe/environnement/forets-et-rechauffement-climatique-le-scenario-noir_2176569.html).

Réalisé pour:



Merci!

Catherine Letendre  
[catherine@myriades.ca](mailto:catherine@myriades.ca)  
819-674-1433

