

LE PUITS CARBONE DE LA FORÊT MONTMORENCY

Révision : octobre 2026

Photo : Julie Moffet

UNIVERSITÉ LAVAL

LA FORÊT MONTMORENCY

La Forêt Montmorency est la forêt d'enseignement et de recherche de l'Université Laval. Constitué en 1964, avec une superficie initiale de 66 km^2, le territoire forestier sous la responsabilité de l'Université Laval fut agrandi en 2014. Ainsi, la superficie totale de la Forêt Montmorency atteint maintenant 397 km^2. Le territoire original de la Forêt Montmorency est appelé secteur A; la portion agrandie correspond au secteur B (Figure 1).

Plus grande forêt universitaire d'enseignement et de recherche au monde, ce laboratoire à ciel ouvert permet à la communauté de recherche de s'adonner à des travaux variés, de l'écologie à la robotique. Des étudiants et étudiantes y apprennent aussi les bonnes pratiques en matière de sylviculture, d'aménagement et d'opérations forestières. Elle sert aussi de lieu d'enseignement pour une foule de sujets en lien avec les territoires boréaux.

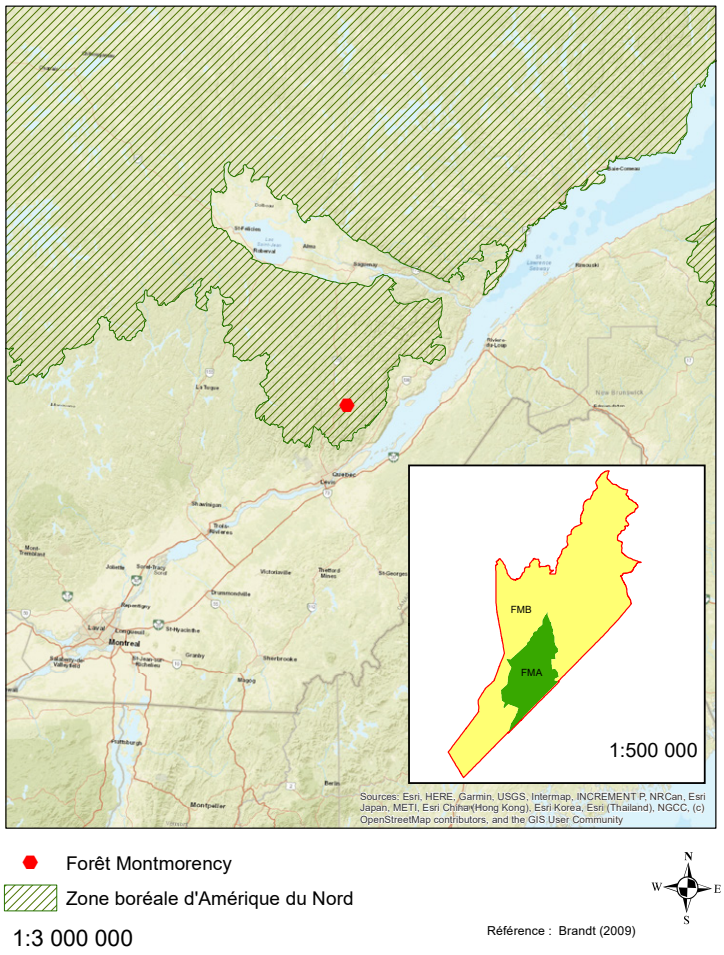


Figure 1. Territoire de la Forêt Montmorency

CONTEXTE

La Forêt Montmorency est située à 75 km au nord de Québec. Elle est bordée par la Réserve faunique des Laurentides, la Seigneurie de Beaupré et le Parc national de la Jacques-Cartier. Cette forêt se trouve dans le sous-domaine bioclimatique de la sapinière à bouleau blanc de l'Est, qui se caractérise par un climat froid (température annuelle moyenne de 0 °C) et humide (avec plus de 1 200 mm de précipitations par année, surtout sous forme de neige) (Grondin et al., 1998). Généralement, en forêt boréale, la perturbation naturelle majeure est le feu. Cependant, à la Forêt Montmorency, en raison du niveau élevé de précipitations, les incendies se font rares; les perturbations naturelles dominantes sont les épidémies d'insectes, particulièrement la tordeuse des bourgeons de l'épinette (*Choristoneura fumiferana Clem.*), et le chablis (Leblanc et Bélanger, 2000).

MISSION

La mission de la Forêt Montmorency est :

> d'être un milieu d'accueil pour l'enseignement, la recherche et l'éducation du grand public en lien avec les territoires forestiers boréaux;

> de viser l'excellence et l'exemplarité par l'expérimentation pour l'avancement des sciences forestières au service des communautés.

L'Université Laval aménage le territoire de la Forêt Montmorency selon les principes d'aménagement forestier durable, en visant notamment l'utilisation polyvalente du territoire. La Politique d'aménagement durable de la Forêt Montmorency a été développée selon cinq axes :

> Recherche et amélioration continue

> Conservation du milieu et des ressources forestières

> Mise en valeur du territoire et des ressources forestières

> Enseignement et formation continue

> Éducation populaire et appui au milieu



Photo : Julie Moffet

RECHERCHE ET AMÉNAGEMENT

Les orientations d'aménagement de la Forêt Montmorency sont élaborées par des professeurs, des étudiants de la Faculté de foresterie, de géographie et de géomatique, des chercheurs gouvernementaux ainsi que des représentants des parties prenantes du territoire de la Forêt Montmorency (par exemple, les communautés autochtones, les groupes environnementaux, les compagnies forestières, etc.). Pour en savoir plus sur l'aménagement et la gouvernance de la Forêt Montmorency.



Photo : Julie Moffet

Depuis son agrandissement, la Forêt Montmorency a servi de lieu d'étude du carbone forestier et du rôle de la foresterie dans la lutte contre les changements climatiques, dans la lignée des constats et des recommandations du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (Encadré 1).

ENCADRÉ 1

LE GIEC, LA FORESTERIE ET LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), qui relève du Programme des Nations Unies pour l'environnement et de l'Organisation météorologique mondiale, reconnaît que les solutions liées à l'utilisation des terres, notamment la foresterie, peuvent jouer un rôle clé en matière d'atténuation des émissions de gaz à effet de serre (GES). Le GIEC énumère différentes approches de foresterie considérées comme efficaces pour la lutte contre les changements climatiques (Figure 2), dont :

> le boisement et le reboisement (augmentation des superficies forestières) et la diminution du déboisement (réduction de la perte de superficies forestières);

> l'aménagement durable des forêts;

> la production et l'utilisation de matériaux et d'énergie issus de la récolte de bois, qui permettent de répondre aux besoins des sociétés humaines et de remplacer des produits d'origine fossile.

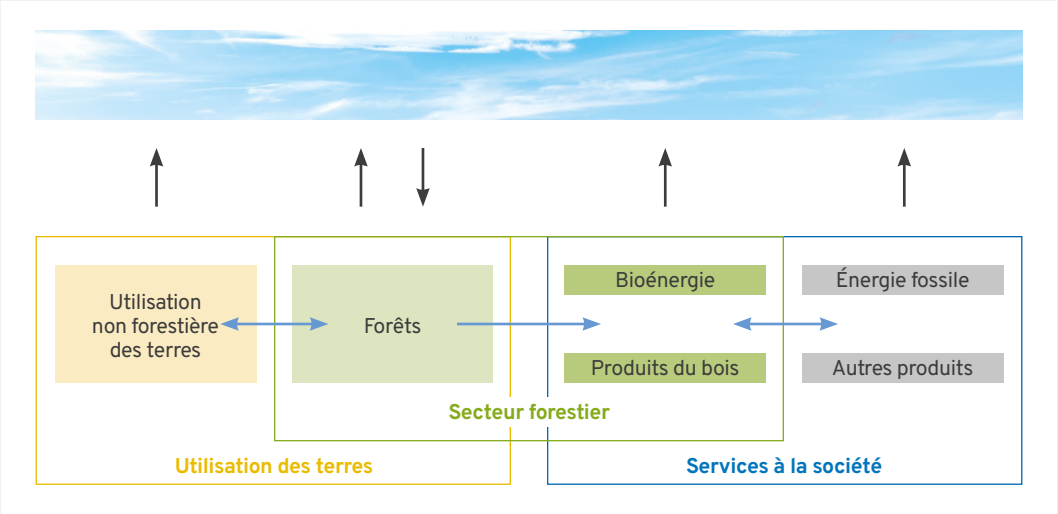


Figure 2. Rôle de la foresterie dans la lutte contre les changements climatiques (adapté de : Nabuurs et al., 2007)

Références :
IPCC. *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*; Cambridge University Press: Cambridge, UK and New York, USA, 2014.

Nabuurs, G.J.; Masera, O.; Andrasko, K.; Benitez-Ponce, P.; Boer, R.; Dutschke, M.; Elsiddig, E.; Ford-Robertson, J.; Frumhoff, P.; Karjalainen, T., et al. Forestry. In *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Metz, B., Davidson, O.R., Bosch, P.R., Dave, R., Meye, L.A., Eds. Cambridge University Press: Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2007.

FONCTIONNEMENT D'UN PUITS DE CARBONE

Un puits de carbone est un réservoir naturel ou artificiel qui absorbe le carbone de l'atmosphère sous forme de dioxyde de carbone (CO_2) et le stocke, contribuant ainsi à diminuer la quantité de CO_2 atmosphérique. On dit d'un écosystème forestier qu'il est un puits de carbone lorsque la quantité de CO_2 séquestrée par le processus de photosynthèse est plus grande que la quantité de CO_2 perdue vers l'atmosphère par la respiration autotrophe (celle des végétaux) et hétérotrophe (celle des autres organismes de l'écosystème, y compris la majorité des micro-organismes responsables de la décomposition de la matière organique). À l'inverse, on dira qu'il est une source de carbone quand les émissions vers l'atmosphère sont plus élevées que la séquestration. Le bilan carbone d'un écosystème ou d'un paysage forestier va varier dans le temps selon l'âge et l'état de santé des arbres, les conditions climatiques et les perturbations naturelles et anthropiques (c'est-à-dire, causées par des actions humaines) qui surviennent.

Par exemple, les forêts aménagées du Canada sont une source de CO_2 depuis quelques années en raison d'importants feux de forêt et d'épidémies d'insectes qui ont notamment réduit la capacité de séquestration du carbone par les écosystèmes. Aussi, la récolte forestière réduit la séquestration du carbone atmosphérique par la photosynthèse en raison de la coupe des arbres; elle peut également laisser au sol une quantité importante de débris qui se décomposent et émettent du carbone, faisant ainsi du site récolté une source de carbone pendant quelques années.

Cela dit, certaines pratiques peuvent augmenter le puits de carbone. Par exemple, planter des arbres sur des sites non forestiers (ex. : anciennes gravières, sites urbains dégradés) permet d'augmenter les superficies forestières qui stockeront du carbone dans la biomasse végétale et les sols. Favoriser la croissance vigoureuse des peuplements forestiers et minimiser les perturbations lors de la récolte contribuent également à augmenter la séquestration de CO_2 et à réduire les émissions.

On peut aussi récolter les arbres pour en faire des produits du bois. La transformation du bois en produits solides de longue durée, pour la construction par exemple, permet de poursuivre le stockage d'une partie du carbone des arbres à l'intérieur de ces produits jusqu'à leur fin de vie.







En outre, la récolte, la transformation et l'utilisation du bois produisent moins d'émissions et nécessitent moins d'énergie issue des combustibles fossiles que la fabrication et l'utilisation d'autres matériaux non renouvelables comme l'acier et le ciment. Par ailleurs, les résidus issus de la récolte des arbres, de la fabrication de produits en bois et des déchets post-consommation peuvent être valorisés en bioénergie, en remplacement de sources d'énergie d'origine fossile.

Lorsque l'on met en œuvre des actions supplémentaires qui permettent d'augmenter le puits de carbone d'un territoire (c.-à-d. augmenter la séquestration du carbone dans les écosystèmes, limiter les émissions et favoriser le stockage à long terme du carbone dans les écosystèmes et les produits du bois), cela permet une atténuation des émissions de GES par rapport à la situation actuelle.

L'additionnalité de ces actions est importante : pour avoir un effet réel d'atténuation, ces actions doivent aller au-delà du cours normal des affaires, c'est-à-dire au-delà de ce qui se fait dans la pratique courante ou de ce qui est requis par les lois et la réglementation. Par exemple, au Québec, la Loi sur l'aménagement durable du territoire forestier requiert que les exploitants forestiers qui effectuent de la récolte de bois assurent le renouvellement des forêts récoltées, et fixe un seuil minimal à respecter quant à la présence de semis d'arbres sur les parterres de coupe. Les actions visant à reboiser les sites récoltés pour atteindre ce seuil (ou pour répondre à toute autre exigence de la loi) ne sont pas considérées comme additionnelles, car elles sont requises par la loi et servent à maintenir le capital forestier actuel. On ne peut donc pas les considérer comme des mesures servant à augmenter le puits de carbone. De même, une action réellement additionnelle de boisement / reboisement ou de conservation ne doit pas simplement entraîner le déplacement d'une action qui aurait eu lieu ailleurs : par exemple, planter des arbres sur un site qui auraient de toute façon été plantés ailleurs, ou conserver une parcelle de forêt donnée, mais augmenter la coupe dans un autre territoire, ne peuvent pas être considérées comme des actions additionnelles qui contribuent à l'atténuation des émissions de GES.

Nous devons faire mieux que la situation actuelle. Ainsi, **seules les actions additionnelles au cours normal des affaires contribuent à augmenter le puits de carbone et sont considérées comme des mesures d'atténuation des émissions de GES.**

DE PUITS DE CARBONE À CRÉDITS COMPENSATOIRES

Les marchés du carbone sont des mécanismes visant à faciliter l'atteinte de cibles d'atténuation des changements climatiques, et ce, de manière rentable : ils permettent de réduire les coûts de conformité pour l'atteinte de cibles de réduction des GES et de maximiser les efforts d'atténuation dans les secteurs où les investissements sont les plus faibles (Van der Gaast et al., 2018). Il existe deux marchés du carbone complémentaires : le marché réglementaire, sous la responsabilité des gouvernements, et le marché volontaire. Le Québec possède son propre marché réglementaire conjoint avec l'État de la Californie (et à partir de 2027, l'État de Washington). Un peu partout dans le monde, des projets de crédits carbone forestier sont développés pour l'un ou l'autre des marchés. Dans la plupart des cas, les crédits compensatoires transigés sur ces marchés doivent répondre à des protocoles de quantification du carbone et à des normes de certification (par exemple, les protocoles et normes de Verified Carbon Standard ou de Gold Standard dans le cas du marché volontaire). Les crédits ainsi reconnus et certifiés peuvent ensuite être vendus sur le marché du carbone.

Dans le cas de la Forêt Montmorency, le puits de carbone ne fait pas l'objet d'une reconnaissance officielle par un protocole de certification puisque les tonnes d'équivalent CO_2 séquestrées ne sont pas vendues sur les marchés. La démarche de l'Université Laval vise à stimuler la recherche et l'innovation, et à faire avancer les connaissances scientifiques sur le fonctionnement des écosystèmes forestiers, la modélisation du cycle du carbone et la comptabilité carbone. Les travaux de quantification du puits de carbone de la Forêt Montmorency sont effectués par une équipe scientifique indépendante de l'administration de l'Université Laval, ce qui assure le respect d'un processus rigoureux. Ces travaux s'inspirent des normes de certification, mais ne visent pas à les reproduire ni à s'y substituer.

RÔLE DE LA FORÊT MONTMORENCY DANS LA CARBONEUTRALITÉ DE L'UNIVERSITÉ LAVAL

Afin de respecter ses engagements de carboneutralité, l'Université Laval compte entre autres sur le puits de carbone de la Forêt Montmorency pour compenser ses émissions de GES de portées 1 et 2[1] (chauffage des bâtiments, flotte de véhicules, fuites d'halocarbures, électricité). Il est à noter que ces émissions font l'objet d'une stratégie de réduction détaillée dans le document Trajectoire 2030 en action climatique.

Les pratiques d'aménagement mises en place à la Forêt Montmorency ont notamment pour objectif de maximiser son potentiel de séquestration de carbone et de stockage dans les écosystèmes et les produits du bois de longue durée.

Le territoire de la Forêt Montmorency arrive ainsi à capter et à stocker des quantités de CO_2 plus importantes que la moyenne des forêts semblables dans la région qui sont régies par le cours normal des affaires (pratiques courantes et réglementation en vigueur). Ce sont uniquement ces quantités de carbone supplémentaires, issues de pratiques spécifiques additionnelles par rapport au cours normal des affaires, qui sont comptabilisées par l'Université Laval pour quantifier le puits de carbone de la Forêt Montmorency, et qui lui permettent de compenser ses émissions de CO_2. Le cours normal des affaires est établi en analysant les pratiques en vigueur dans un territoire adjacent dont les caractéristiques écologiques ressemblent à la Forêt Montmorency, mais qui est sous la responsabilité des aménagistes et entreprises de la forêt publique québécoise.

Afin d'accroître le potentiel de son puits de carbone, la Forêt Montmorency doit donc s'assurer de maintenir des pratiques d'aménagement et de production du bois novatrices et basées sur les avancées scientifiques les plus récentes en matière de gestion du carbone forestier. L'Université Laval espère aussi que les pratiques mises en œuvre à la Forêt Montmorency servent d'exemple pour les autres territoires forestiers au Québec et ailleurs dans le biome boréal, et ainsi contribuer aux efforts mondiaux de lutte contre les changements climatiques. C'est pourquoi ses chercheurs diffusent leurs travaux scientifiques sur le carbone forestier[2], et accompagnent les décideurs et les communautés pour aider à implanter les meilleures pratiques possibles.

Il est important de souligner que de nombreuses autres considérations, outre la gestion du puits de carbone, guident les pratiques de la Forêt Montmorency, et ce, en accord avec sa politique d'aménagement durable; on pense notamment à la conservation de la biodiversité et des valeurs culturelles et sociales des paysages forestiers.

[1] Les émissions de portées 1 et 2 sont le résultat d'activités dont l'Université est directement ou indirectement responsable. Puisqu'elle a l'entière responsabilité du choix des méthodes et des outils utilisés pour ces activités, leurs émissions de GES associées lui sont imputables. Ce sont ces émissions nettes que l'Université doit rendre nulles pour atteindre et maintenir la carboneutralité du campus.

[2] « Le secteur forestier et la lutte aux changements climatiques », présentation d'Evelyne Thiffault, 8 février 2021
« Quel rôle pour le secteur forestier québécois dans la lutte aux changements climatiques? », présentation de Lucas Moreau, 17 mai 2021

STRATÉGIE DE COMPENSATION ULAVAL

Bien que son objectif premier soit de diminuer les émissions de GES à la source, l'Université Laval souhaite se munir d'une stratégie de compensation pour ses émissions résiduelles de GES qui respecte les plus récentes orientations scientifiques.

Ainsi, afin de structurer sa stratégie de compensation, l'Université Laval adopte les Oxford Principles for Net Zero Aligned Carbon Offsetting (revised 2024) :

> Principe 1 : Réduire les émissions de GES, s'assurer de l'intégrité environnementale des crédits carbone utilisés et réviser régulièrement la stratégie de compensation.

> Principe 2 : Transition vers une stratégie de compensation des émissions par des activités de séquestration du carbone pour toutes les émissions résiduelles d'ici la date cible de zéro émission nette mondiale, soit 2050.

> Principe 3 : Transition vers une stratégie de compensation par des projets de séquestration du carbone avec un faible risque d'inversion d'ici la date cible de zéro émission nette mondiale.

> Principe 4 : Encourager le développement d'approches innovantes et intégrées pour l'atteinte de la carboneutralité.

Par ailleurs, l'Université Laval adopte la taxonomie suggérée par les Oxford Principles, qui classe les projets de compensation selon la permanence du stockage du carbone et le risque d'inversion (c'est-à-dire, le risque que le carbone séquestré et stocké soit relâché à l'atmosphère). L'objectif est d'accroître la transparence de la stratégie et de sensibiliser la communauté universitaire aux nuances liées aux impacts des projets retenus.

La taxonomie suggérée classe les projets de compensation selon différents critères et est présentée à la Figure 3. Elle repose sur une distinction entre les projets de réduction des émissions, qui permettent d'éviter que des émissions de GES ne se produisent; et les projets de séquestration du carbone qui permettent de retirer des GES déjà présents dans l'atmosphère. Chacune de ces catégories se subdivise afin de présenter les cinq catégories de projets.

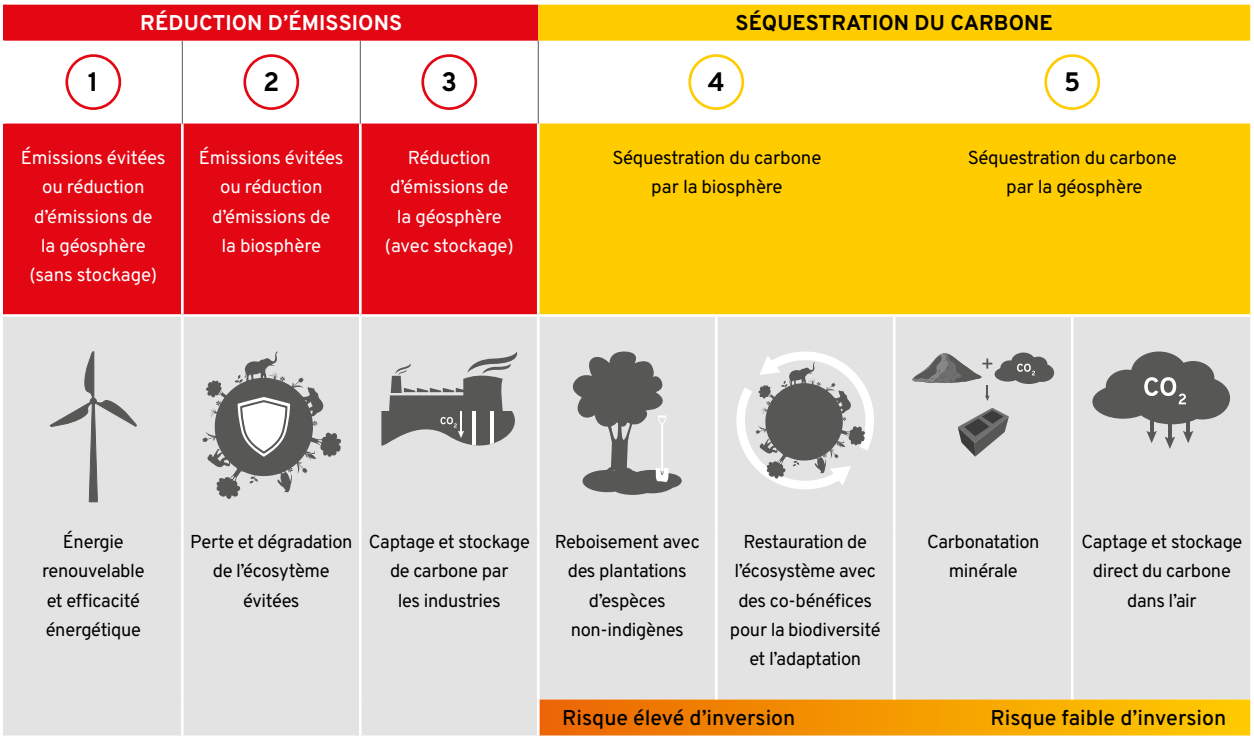


Figure 3. Classification des types de projet de compensation GES

Au cours des prochaines années, l'Université Laval souhaite préciser sa stratégie de compensation afin d'accroître son impact dans la lutte contre les changements climatiques, en se dotant de cibles de compensation en fonction des classes définies par la taxonomie d'Oxford. Comme le recommande la littérature scientifique, ces cibles devraient viser à diminuer progressivement la part de la compensation couverte par des actions de réduction des émissions de GES et à augmenter progressivement la part de la compensation par des actions de séquestration du carbone, notamment les actions à faible risque d'inversion.

QUANTIFICATION DU PUITS DE CARBONE DE LA FORÊT MONTMORENCY

Depuis 2014, en s'appuyant sur les travaux de recherche menés à la Forêt Montmorency, l'Université Laval applique les meilleures pratiques pour augmenter le puits de carbone du territoire. La quantité de carbone additionnelle (exprimée en tonnes d'équivalent CO_2) séquestrée par le puits de carbone de la Forêt Montmorency correspond à la moyenne annuelle calculée pour un horizon de 60 ans. Cet horizon de temps a été choisi, car il représente la longueur approximative d'une révolution de coupe dans la sapinière boréale (c.-à-d. la période entre deux récoltes pour un peuplement forestier donné). Ce calcul est actualisé tous les 5 ans.

PÉRIODE 2014-2018

Le premier calcul du puits de carbone de la Forêt Montmorency visait la période 2014-2018. À la demande du vice-recteur exécutif et au développement de l'Université, un premier comité d'experts, présidé par le doyen de la Faculté de foresterie, de géographie et de géomatique, avait été formé pour amorcer la démarche de l'Université. De manière sommaire, la méthode utilisée reposait sur le constat que les pratiques d'aménagement forestier telles qu'exercées sur le territoire original de la Forêt Montmorency (secteur A), et qui seraient appliquées sur le nouveau territoire agrandi (secteur B), permettent une meilleure productivité forestière (c.-à-d. que les peuplements forestiers produisent en moyenne une quantité plus élevée de bois par unité de surface) que celles généralement appliquées en forêt québécoise (le cours normal des affaires).

Afin que l'on puisse valider ce constat, la cartographie de la biomasse des forêts canadiennes a été utilisée. Cette cartographie, développée par le Service canadien des forêts de Ressources naturelles Canada, représente la masse végétale aérienne présente dans les peuplements forestiers, incluant le bois et l'écorce des troncs, les branches des arbres, ainsi que leur feuillage (Beaudoin et al., 2014). La quantité de biomasse moyenne présente dans le secteur A de la Forêt Montmorency a été comparée avec la quantité moyenne retrouvée sur les territoires voisins exploités selon le cours normal des affaires. Cette comparaison a démontré que les pratiques d'aménagement de l'Université Laval, utilisées depuis les années 1960, ont résulté en une plus grande quantité de biomasse par unité de surface que les pratiques régulières appliquées sur les territoires avoisinants. La différence de biomasse a été estimée à 16,5 tonnes métriques anhydres de biomasse végétale par hectare (tma ha-^{1}). Cette biomasse supplémentaire trouvée sur le territoire du secteur A suggère ainsi que les pratiques d'aménagement de la Forêt Montmorency permettent de séquestrer et de stocker plus de carbone (du moins dans la biomasse végétale aérienne) dans les écosystèmes forestiers que le cours normal des affaires.

On peut traduire cette biomasse supplémentaire en unités de tonnes d'équivalent CO_2 de la manière suivante :

> 1 tonne métrique anhydre de biomasse végétale équivaut à 0,5 tonne de carbone (la masse du vivant est généralement formée à 50 % de carbone [Penman et al., 2003])

> 1 tonne de carbone équivaut à 3,67 tonnes d'équivalent CO_2 (ce facteur est calculé à partir de la masse molaire du carbone [C] par rapport à la masse molaire du CO_2)

> Donc : 16,5 tma ha-1 = 30,25 tonnes d'équivalent CO_2 ha-^{1}

À partir de ces constats, le comité a estimé l'effet qu'aurait l'application des pratiques d'aménagement de l'Université sur les 331 km^2 du nouveau territoire de la Forêt Montmorency (secteur B), qui jusqu'alors était soumis au cours normal des affaires. Ainsi, en présumant que l'application des pratiques d'aménagement de l'Université Laval sur ce nouveau territoire permettrait d'augmenter la séquestration et le stockage de carbone dans les écosystèmes forestiers, le comité a estimé la séquestration annuelle additionnelle pouvant servir à compenser les émissions de l'Université Laval à 13 945 tonnes d'équivalent CO_2.

Cette donnée est en fait une moyenne annuelle calculée dans l'optique selon laquelle les pratiques de l'Université Laval sont appliquées sur l'ensemble du secteur B sur un horizon de temps de 60 ans (cette valeur correspondant à la longueur d'une révolution de coupe dans la sapinière boréale, c'est-à-dire la période entre deux récoltes d'un même peuplement). Cette estimation a tenu compte du fait que les conditions de croissance des arbres du secteur B sont un peu moins favorables que celles du secteur A, en raison d'une altitude moyenne plus élevée et d'une température moyenne annuelle plus faible, ce qui pourrait réduire le potentiel de séquestration du carbone par la végétation.

C'est donc cette valeur de 13 945 tonnes d'équivalent CO_2 par année qui a été utilisée pour la période 2014-2018 dans les calculs de carboneutralité de l'Université Laval.

PÉRIODE 2018-2023

Pour la période 2018-2023, la quantification du puits de carbone de la Forêt Montmorency s'est basée sur :

> les travaux de recherche terrain permettant de mieux comprendre la dynamique du carbone forestier propre à la sapinière boréale de la Forêt Montmorency et d'établir les pratiques d'aménagement permettant d'améliorer la séquestration du carbone en forêt et le stockage dans les écosystèmes et les produits du bois (Encadré 2);

> la modélisation du cycle du carbone en forêt et dans les produits du bois (Encadré 3).

Ces travaux s'inscrivent dans une programmation de recherche plus large visant le développement des connaissances sur le potentiel d'atténuation des changements climatiques du secteur forestier québécois et des forêts boréales mondiales.

Le périmètre comptable utilisé pour évaluer la valeur du puits de carbone de la Forêt Montmorency a été calqué sur celui utilisé par le gouvernement du Canada pour rapporter les émissions de ses terres forestières à la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques dans son Rapport d'inventaire national (secteur Affectation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie). Ainsi, il inclut le bilan carbone net combiné des écosystèmes forestiers et des produits issus de l'exploitation forestière et de la transformation du bois du territoire (Figure 4).

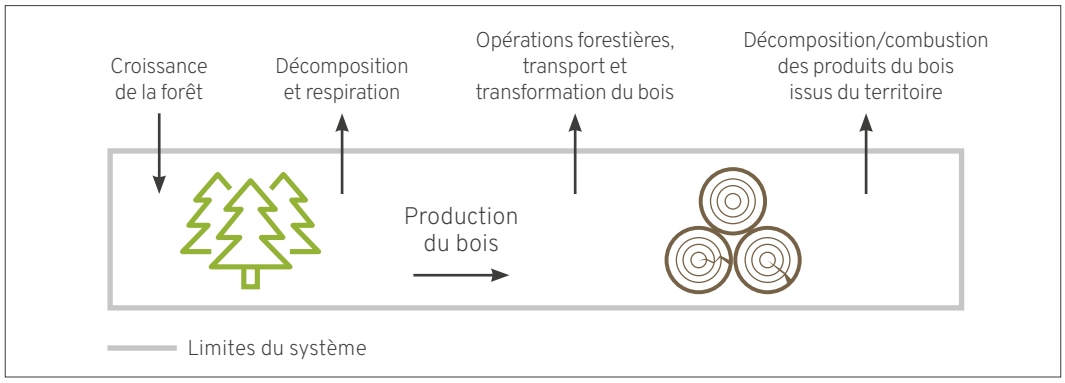


Figure 4. Périmètre comptable utilisé pour calculer le puits de carbone de la Forêt Montmorency

Dans le contexte de travaux de recherche, il arrive que l'effet de l'utilisation des produits du bois sur les marchés soit estimé, en réponse aux besoins des sociétés, et en substitution de matériaux et d'énergie d'origine fossile ou à forte intensité de GES (voir par exemple Beauregard et al., 2019 et Paradis et al., 2019). Toutefois, l'effet de substitution n'est pas pris en compte dans le périmètre comptable du puits de carbone de la Forêt Montmorency.

Les calculs actualisés ont ainsi permis d'estimer la séquestration à 14 413 tonnes d'équivalent CO_2 annuellement. C'est cette valeur de puits de carbone qui a été utilisée pour la période 2018-2023 dans les calculs de carboneutralité de l'Université Laval. Voir l'Encadré 4 pour les détails techniques du calcul.

PÉRIODE 2023-2028

La même approche a été utilisée pour la mise à jour du puits de carbone pour la période 2023-2028. Les données statistiques sur les pratiques de récolte et de reboisement de la Forêt Montmorency pour la période 2018-2023 ont été utilisées pour projeter le scénario d'aménagement du territoire de 2023 jusqu'en 2082 (période de 60 ans).

De même, des données statistiques ont été compilées pour la même période pour une unité d'aménagement voisine de la Forêt Montmorency (Unité d'aménagement 037-72). Ces données ont ensuite été mises à l'échelle et adaptées pour la Forêt Montmorency en fonction de la superficie de forêt productive et des possibilités annuelles de coupe des deux territoires. Cela a permis d'obtenir le scénario du cours normal des affaires, basé sur la réglementation et les pratiques courantes dans la région (voir l'Encadré 4 pour les détails).

Il faut noter que des changements importants dans les activités d'aménagement de la Réserve faunique des Laurentides ont eu lieu au cours des dernières années. En effet, des mesures intérimaires de protection de l'habitat des populations du caribou forestier sont maintenant en vigueur sur des superficies touchant le territoire de la Forêt Montmorency. Sur ces superficies, aucune intervention de récolte n'est planifiée, et ce, en accord avec les aménagistes du gouvernement du Québec. Comme ces mesures répondent à une volonté gouvernementale de définir un plan de protection et de restauration des populations de caribou, ces superficies ont été considérées en conservation tant dans le scénario de la Forêt Montmorency que dans celui du cours normal des affaires, causant une diminution du volume annuel de bois récolté dans les deux scénarios. Cela réduit aussi de manière importante les superficies soumises activement à la stratégie d'aménagement propre à la Forêt Montmorency (et donc aptes à fournir une séquestration additionnelle de carbone par rapport au cours normal des affaires).

De plus, on a observé une certaine évolution des pratiques d'aménagement dans la sapinière boréale québécoise au cours des dernières années, notamment une augmentation de l'utilisation de la coupe partielle (une pratique couramment utilisée depuis des décennies à la Forêt Montmorency). Cela se reflète dans les statistiques de l'unité d'aménagement servant de référence, et donc dans le cours normal des affaires, qui se rapproche ainsi du scénario de la Forêt Montmorency.

Ainsi, les nouveaux calculs ont permis d'estimer la séquestration à 7 846 tonnes d'équivalent CO_2 annuellement. Cette valeur de puits de carbone est utilisée pour la période 2023-2028 dans les calculs de carboneutralité de l'Université Laval.

ENCADRÉ 2

SUIVRE À LA TRACE LE CARBONE FORESTIER

Des travaux terrain à la Forêt Montmorency ont permis de quantifier les réservoirs de carbone forestier et leur réponse face aux pratiques d'aménagement forestier. Par exemple, la Figure 5 présente l'évolution du carbone dans les différents compartiments de l'écosystème forestier après la coupe totale d'un hectare de forêt de sapin baumier et de bouleau blanc typique de la Forêt Montmorency. Cette courbe a été établie grâce au mesurage de plusieurs dizaines de peuplements de différents âges.

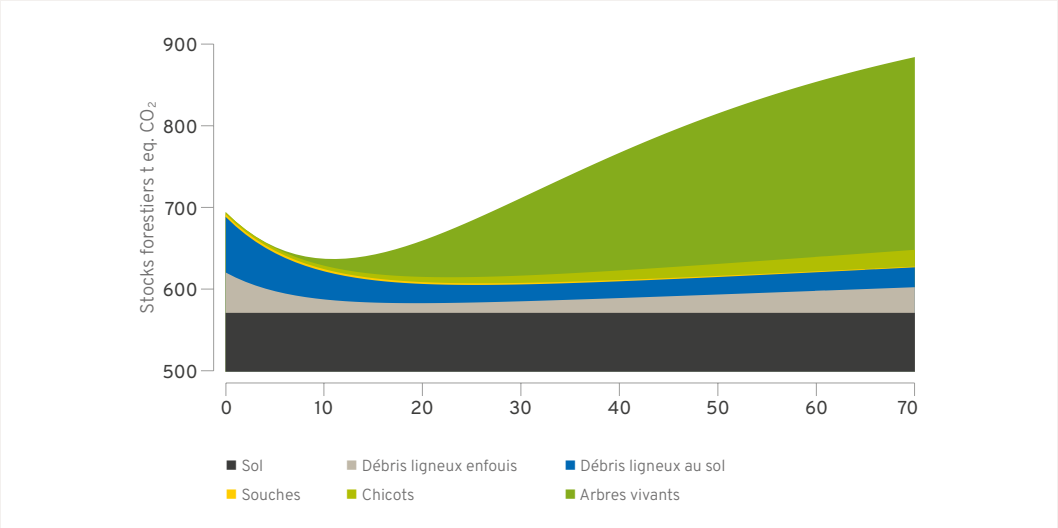


Figure 5. Évolution des stocks de carbone en forêt après la coupe de 1 hectare de sapinière à bouleau blanc

Il est possible de constater que dans les premières années suivant la coupe, les stocks de carbone dans les débris diminuent rapidement en raison de la décomposition accélérée par l'enlèvement du couvert forestier. La croissance des arbres vivants commence lentement, puis s'accélère après quelques années, quand les semis régénérés sur le parterre de coupe deviennent suffisamment grands et vigoureux pour permettre une accumulation significative de carbone grâce à la photosynthèse. Ainsi, au total, les stocks de carbone diminuent pendant quelques années après la coupe, puis augmentent rapidement lorsque la croissance des arbres devient importante.

En d'autres mots, au cours des premières années suivant la coupe (13 ans), la forêt est une source de carbone en raison de la décomposition. Après quelques années (26 ans), la croissance des arbres devient suffisamment importante, de sorte que la forêt réussit à recapter les émissions précédentes dues à la décomposition et à devenir un puits net de carbone. De bonnes pratiques de sylviculture peuvent nous permettre i) d'augmenter la séquestration de carbone (en favorisant la croissance des arbres) et ii) de réduire les émissions à l'atmosphère (en réduisant la perturbation du sol et du couvert forestier).

Or, les flux de carbone en forêt ne représentent qu'une partie des effets du secteur forestier : il faut considérer également les produits du bois issus de la coupe. En effet, le carbone contenu dans le bois récolté en forêt est transféré en partie dans des produits. Le carbone contenu dans les produits est stocké à plus ou moins long terme, selon la durée de vie du produit fabriqué. La durée de vie des matériaux issus du sciage du bois (ex. : les matériaux de construction) peut être de plusieurs décennies; cela signifie que le carbone qu'ils contiennent est stocké sur une plus longue période. Il est possible d'augmenter la proportion de bois de sciage grâce à i) des pratiques de récolte et de sylviculture qui augmentent la qualité et la grosseur des tiges récoltées et ii) des améliorations en usine.

Il est aussi nécessaire de comptabiliser les émissions liées aux opérations forestières, au transport et à la transformation du bois. Ici aussi, des pistes sont possibles pour réduire ces émissions, et font l'objet de travaux de recherche tant à l'Université Laval que dans d'autres organisations.



Grâce à ces informations, il est possible de simuler et de comparer différentes stratégies d'aménagement et de production du bois pour déterminer celles qui permettent d'augmenter le puits de carbone. Des travaux de recherche ont ainsi suggéré que les pratiques suivantes conviennent bien au contexte de la sapinière boréale de la Forêt Montmorency :

> favoriser une régénération abondante, vigoureuse et bien établie après la coupe;

> allonger la longueur de la révolution de coupe;

> utiliser la coupe partielle (qui permet le maintien d'une partie du couvert forestier, minimise les émissions liées à la récolte et optimise la croissance des tiges résiduelles et la qualité des produits du bois qu'on pourra en tirer) en remplacement de la coupe totale;

> protéger les vieilles sapinières, qui sont des réservoirs importants de carbone, et augmenter leur proportion.

Des travaux sont en cours pour valider et compléter les résultats issus des simulations, notamment en ce qui concerne l'effet réel des pratiques alternatives mentionnées ci-dessus. D'autres études visent quant à elles à évaluer les options de réduction des émissions de GES par l'amélioration de la transformation du bois et de la gestion des produits forestiers. En outre, des travaux visent à évaluer l'impact possible des changements climatiques sur la dynamique du carbone forestier des écosystèmes de la Forêt Montmorency.

Références :
Giasson, L. A., Thiffault, E., Lebel, L., & Carle, J. F. (2023). Carbon balance of forest management and wood production in the boreal forest of Quebec (Canada). *Frontiers in Forests and Global Change, 6*, 1242218.

Harel, A., Thiffault, E. et Paré, D. 2021. Ageing forests and carbon storage: a case study in boreal balsam fir stands, Forestry: An International Journal of Forest Research, 2021; cpab021

Moreau, L., Thiffault, E., Cyr, D., Boulanger, Y., & Beauregard, R. (2022). How can the forest sector mitigate climate change in a changing climate? Case studies of boreal and northern temperate forests in eastern Canada. *Forest Ecosystems, 9*, 100026.

Moreau, L., Thiffault, E., & Beauregard, R. (2023). Assessing the effects of different harvesting practices on the forestry sector's climate benefits potential: A stand level theoretical study in an eastern Canadian boreal forest. *Forests, 14*(6), 1109.

Moreau, L., Thiffault, E., Landry, G., & Carle, J. F. (2025). How does shifting wood products between uses affect their carbon dynamics and climatic impacts? Leveraging MoSiR, a new carbon accounting tool. *Ecological Modelling, 508*, 111236.

Paradis, L., Thiffault, E., and Achim, A. 2019. Comparison of carbon balance and climate change mitigation potential of forest management strategies in the boreal forest of Quebec (Canada). Forestry: An International Journal of Forest Research: cpz004. doi:10.1093/forestry/cpz004.

Sage, L.K., Smith, C.T., Kurz, W., Thiffault, E., Paré, D. and Bernier, P. 2019 Empirical and predicted boreal forest carbon pools following stem-only harvesting in Quebec, Canada. Soil Science Society of America Journal, 83, S59-S81.

Senez-Gagnon, F., Thiffault, E., Paré, D., Achim, A., and Bergeron, Y. 2018. Dynamics of detrital carbon pools following harvesting of a humid eastern Canadian balsam fir boreal forest. Forest Ecology and Management 430: 33–42.

ENCADRÉ 3

DES MODÈLES POUR REPRÉSENTER LE CYCLE DU CARBONE FORESTIER

Le Modèle du bilan du carbone du secteur forestier canadien (en anglais : Carbon Budget Model of the Canadian Forest Sector) est un outil de comptabilisation des stocks et des flux de carbone des écosystèmes forestiers, développé par le Service canadien des forêts. Il est conforme aux recommandations du GIEC, et est utilisé par le Canada dans ses rapports d'inventaire national de gaz à effet de serre produits pour la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques.

La version la plus récente de ce modèle, appelée Generic Carbon Budget Model (GCBM), permet une analyse spatialement explicite de la dynamique des flux de carbone; cette nouvelle version est accessible ici. Elle est utilisée au Québec par le Bureau du Forestier en chef pour comptabiliser l'effet des stratégies d'aménagement forestier sur les flux de carbone de la forêt publique québécoise.

Dans ce modèle, l'écosystème forestier est divisé en différents réservoirs : les arbres, le sol, les débris ligneux et autres réservoirs de matière organique morte. Les stocks de carbone des réservoirs, ainsi que les flux (c.-à-d. les mouvements de carbone) entre les réservoirs et les échanges avec l'atmosphère, sont simulés.

La production de biomasse vivante par les arbres est dictée par des courbes de croissance. La croissance des arbres et les perturbations d'origine naturelle ou humaine engendrent des transferts entre les réservoirs de biomasse, ceux de matière organique morte et le sol, selon des coefficients de transfert, ainsi que vers les usines de transformation lorsqu'il y a de la récolte forestière.

À partir des données sur le transfert de carbone vers les usines de transformation du bois, il est possible de simuler la circulation du carbone dans le réseau industriel grâce à un modèle propre aux produits du bois, le Modèle de simulation en réseau (MoSiR), développé par le Bureau du Forestier en chef, accessible ici et décrit en détail dans l'article de Moreau et al. (2025). Celui-ci permet de modéliser la façon dont le bois est transformé en différents produits et de comptabiliser les émissions liées à la décomposition des produits lorsqu'ils sont utilisés sur les marchés. Les émissions annuelles de carbone liées à la décomposition des produits du bois sont basées sur la demi-vie de ces produits, c'est-à-dire le nombre d'années nécessaires pour que les produits aient émis 50 % de leur contenu en carbone. Par exemple, les valeurs de demi-vie suggérées par le GIEC sont de 35 ans pour les produits solides du sciage, 25 ans pour les panneaux et 2 ans pour les pâtes et papiers. Les émissions liées à la combustion de la bioénergie sont immédiates; tout le carbone cheminant dans cette partie du système est émis l'année même de sa récolte.

Enfin, on calcule les émissions liées à la récolte, au transport et à la transformation du bois en multipliant la quantité de bois (exprimée en unités de carbone contenu dans le bois) qui se retrouve dans les différents produits par des facteurs d'émissions (c.-à-d. une estimation de la quantité d'émissions de GES associées aux différentes opérations de la chaîne d'approvisionnement du bois).

Références :
Kurz, W.A., Dymond, C.C., White, T.M., Stinson, G., Shaw, C.H., Rampley, G.J. et al. 2009 CBM-CFS3: A model of carbon-dynamics in forestry and land-use change implementing IPCC standards. *Ecological Modelling*, 220 (4), 480-504.

Moreau, L., Thiffault, E., Landry, G., & Carle, J. F. (2025). How does shifting wood products between uses affect their carbon dynamics and climatic impacts? Leveraging MoSiR, a new carbon accounting tool. *Ecological Modelling, 508*, 111236.

Penman, J., Gytarsky, M., Hiraishi, T., Krug, T., Kruger, D., Pipatti, R. *et al.* 2003 *Good practice guidance for land use, land-use change and forestry*. IPCC National Greenhouse Gas Inventories Programme, Institute for Global Environmental Strategies: Kanagawa Prefecture, v + 593 pp.

ENCADRÉ 4

DÉTAILS TECHNIQUES DU CALCUL DU PUITS DE CARBONE 2018-2023 ET 2023-2028

La quantification du puits de carbone de la Forêt Montmorency est effectuée de manière conjointe au calcul des possibilités forestières de coupe du territoire. Les possibilités forestières correspondent au volume maximal des récoltes annuelles, sans diminuer la capacité productive du milieu forestier, en tenant compte des objectifs et des contraintes d'aménagement du territoire. Le Bureau du Forestier en chef du Québec est responsable d'effectuer les calculs des possibilités forestières des forêts publiques québécoises; ces calculs sont effectués sur un horizon de 150 ans et sont mis à jour tous les 5 ans[3]. Les analystes du Bureau du Forestier en chef ont également développé une passerelle permettant de transférer les résultats des calculs des possibilités d'une stratégie d'aménagement donnée vers le modèle GCBM et le modèle propre aux produits du bois (Encadré 3) pour quantifier les séquestrations et les émissions de carbone causées par cette stratégie.

Dans le cas de la Forêt Montmorency, le Bureau du Forestier en chef a accompagné une équipe de l'Université Laval pour les calculs des possibilités forestières de coupe et du bilan carbone pour le territoire de la Forêt Montmorency ainsi que pour un territoire adjacent (cours normal des affaires).

STRATÉGIE DU COURS NORMAL DES AFFAIRES

D'abord, une première série de calculs a permis d'évaluer les possibilités forestières de la Forêt Montmorency selon le cours normal des affaires. La stratégie simulée était basée sur celle d'une unité d'aménagement adjacente à la Forêt Montmorency (Unité d'aménagement 037-72), et reflétait ainsi la quantité moyenne de récolte et de travaux sylvicoles observée dans la sapinière de la région de la Capitale-Nationale (Tableau 1), ainsi que les contraintes réglementaires prévues dans les lois (protection des bandes riveraines, protection de l'habitat du caribou, etc.). Ensuite, le bilan carbone de cette stratégie du cours normal des affaires a été calculé à l'aide du GCBM, et ce, sur un horizon de 60 ans. Bien que les calculs des possibilités forestières se fassent sur 150 ans, l'incertitude du modèle pour les flux de carbone devient trop grande quand on les projette loin dans le temps. Cela a ainsi permis d'obtenir une estimation du profil des émissions et des séquestrations de carbone provenant des écosystèmes forestiers du territoire au fil du temps.

[3] Pour en savoir plus sur les calculs des possibilités forestières au Québec : https://forestierenchef.gouv.qc.ca/documents/calcul-des-possibilites-forestieres/

Les émissions liées à la décomposition des produits du bois lors de leur utilisation sur les marchés et en fin de vie ont ensuite été estimées. Pour ce faire, le panier de produits moyen issu de la récolte et de la transformation du bois au Québec a été utilisé, car il représente les pratiques courantes du réseau industriel de la province (Tableau 2). Notons que le réservoir de produits du bois est considéré comme vide au début de la période de simulation; les émissions des produits provenant des récoltes passées ne sont donc pas comptabilisées.

Puis, les émissions liées aux opérations de récolte, de transport et de transformation ont été calculées en fonction de la quantité de bois destinée aux différents produits du bois.

> On suppose que 0,0099 tonne d'équivalent CO_2 est émise vers l'atmosphère pour la récolte forestière et 0,0087 tonne d'équivalent CO_2 pour le transport, et ce, par mètre cube (m^3) de bois transformé en produits.

> Pour la transformation des produits du sciage (par exemple, le bois de charpente utilisé en construction) et des panneaux (fabriqués à partir de résidus du sciage de bois), les facteurs d'émission sont de 0,0205 et 0,0649 tonne d'équivalent CO_2 m^3.

> Pour la fabrication des pâtes et papiers, on estime que 0,250 tonne d'équivalent CO_2 est émise pour chaque tonne de produit.

Concrètement, 0,1915 tonne d'équivalent CO_2 est émise vers l'atmosphère par tonne de carbone stocké en produits du sciage. Pour les panneaux et les pâtes et papiers, les valeurs sont respectivement de 0,3532 et 0,6725 tonne d'équivalent CO_2 par tonne de carbone stocké dans ces produits. Ces émissions ont ensuite été ajoutées à celles issues de la décomposition des produits du bois.

Les émissions provenant de la décomposition des produits du bois sont estimées à partir de la quantité de carbone stocké dans les différents produits du bois; on simule l'émission de ce carbone à partir d'une équation de décomposition exponentielle basée sur la demi-vie de chaque produit (Encadré 3).

Enfin, l'addition des séquestrations et des émissions provenant des écosystèmes forestiers et des produits du bois fournit une estimation du bilan carbone associé à la stratégie du cours normal des affaires, selon le périmètre comptable présenté à la Figure 4.

Références :
Sun, M., Wang, Y., Shi, L. and Klemeš, J.J. 2018 Uncovering energy use, carbon emissions and environmental burdens of pulp and paper industry: A systematic review and meta-analysis. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 92, 823-833.

Skog, K.E. 2008 Sequestration of carbon in harvested wood products for the United States. For. Prod. J. 58 (6), 56–72.

Athena Sustainable Materials Institute. 2018 A Cradle-to-Gate Life Cycle Assessment of Eastern Canadian Surfaced Dry Softwood Lumber, p. 43.

Athena Sustainable Materials Institute. 2018 A Cradle-to-Gate Life Cycle Assessment of Canadian Oriented Strand Board – OSB, p. 33.

Athena Sustainable Materials Institute. 2018 A Cradle-to-Gate Life Cycle Assessment of Canadian Plywood, p. 33.



STRATÉGIE PROPRE AUX PRATIQUES DE L'UNIVERSITÉ LAVAL

Une deuxième série de calculs a été réalisée selon les mêmes étapes, mais cette fois en reflétant la stratégie d'aménagement et de production de bois propre aux pratiques de l'Université Laval telles qu'appliquées au cours des dernières années. Cette stratégie se distingue notamment du cours normal des affaires par un niveau de récolte de bois (toutes espèces confondues) moins élevé (-5 582 m^3 de bois $année^{-1}$ pour la période 2023-2028) et une plus grande proportion de superficies récoltées soumises au reboisement (pour la période 2023-2028 : 0,55 contre 0,36 ha reboisé par ha récolté pour la Forêt Montmorency et le cours normal des affaires, respectivement). On note également une plus grande proportion de récolte réalisée par coupe partielle pour 2023-2028 (36 % contre 24 %) (Tableau 1). Elle se distingue également par une plus grande proportion de produits du sciage issus du bois récolté, résultant notamment d'un allongement des révolutions de coupe et d'une agilité accrue en matière de sylviculture (Tableau 2).

Tableau 1. Récolte et travaux sylvicoles associés aux stratégies simulées

Stratégie	Volume récolté (m^3)	Coupes totales (ha)	Coupes partielles (ha)	Reboisement (ha)	Éducation[4] (ha)
PÉRIODE 2018-2023					
Cours normal des affaires	27 910	148	20	28	105
Université Laval	19 943	112	11	43	85
PÉRIODE 2023-2028					
Cours normal des affaires	14 013	76	24	36	77
Université Laval	8 431	48	27	41	82

Tableau 2. Paniers de produits issus de la récolte du bois associés aux stratégies simulées pour les deux périodes (2018-2023 et 2023-2028)

A- Panier de produits de la stratégie du cours normal des affaires (tiré de Beauregard et al. 2019)

	Récolte bois marchand			Coproduits sciage		
	Billes[5] Sciage	Billes Pâtes et papiers	Écorces	Sciage	Copeaux	Sciures-Planures
Résineux	88 %	0 %	12 %	48 %	37 %	15 %
Feuillus	0 %	88 %	12 %	0 %	0 %	0 %

	Allocation copeaux			Allocation sciures et planures			Allocation écorces
	Pâtes et papiers	Panneaux	Bioénergie	Pâtes et papiers	Panneaux	Bioénergie	Bioénergie
Résineux	100 %	0 %	0 %	90 %	9 %	1 %	100 %
Feuillus	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	100 %

[4] Traitements et stratégies sylvicoles applicables aux divers peuplements en vue de favoriser leur régénération, leur croissance, leur résistance aux agents nuisibles et la qualité des tiges.

[5] Une bille est une section d'arbre, un tronçon découpé.



B- Panier de produits de la stratégie de l'Université Laval (tiré de Paradis et al. 2019)

	Récolte bois marchand			Coproduits sciage		
	Billes Sciage	Billes Pâtes et papiers	Écorces	Sciage	Copeaux	Sciures-Planures
Résineux	88 %	0 %	12 %	60 %	29 %	12 %
Feuillus	0 %	88 %	12 %	0 %	0 %	0 %

	Allocation copeaux			Allocation sciures et planures			Allocation écorces
	Pâtes et papiers	Panneaux	Bioénergie	Pâtes et papiers	Panneaux	Bioénergie	Bioénergie
Résineux	100 %	0 %	0 %	90 %	9 %	1 %	100 %
Feuillus	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	100 %

D'après les simulations réalisées, la stratégie de l'Université Laval permet d'obtenir une séquestration supérieure en forêt et des émissions inférieures associées aux produits (en raison d'un plus petit volume de bois transféré vers les produits et d'une proportion plus élevée en produits du bois de longue durée de vie), comparativement à la stratégie du cours normal des affaires (Figure 6), et donc, au total, un bilan carbone plus favorable.

L'augmentation du puits de carbone causée par les actions additionnelles de la stratégie de l'Université Laval par rapport au cours normal des affaires correspond à la moyenne annuelle de la différence entre le bilan carbone total de la stratégie de l'Université Laval et celui du cours normal des affaires. On calcule la moyenne annuelle sur un horizon de 60 ans (en faisant la somme des bilans annuels sur 60 ans), soit la longueur moyenne d'une révolution de coupe dans la sapinière boréale. D'une part, cet horizon représente le temps nécessaire pour implanter une stratégie d'aménagement sur un territoire complet; d'autre part, l'incertitude des simulations augmente lorsqu'on s'intéresse à des périodes plus lointaines. L'équation de la moyenne annuelle du puits de carbone est la suivante :

$$\textit{Valeur annuelle du puits de carbone (tonnes d' équivalent de } CO_2 \textit{)} = \frac{\sum_{(i=1)}^{60} \textit{bilan carbone U.Laval année } i - \sum_{(i=1)}^{60} \textit{bilan carbone Cours normal des affaires année } i}{60}$$

La valeur de l'augmentation du puits de carbone ainsi calculée était de 14 413 tonnes d'équivalent CO_2 par année pour la période 2018-2023, et de 7 846 tonnes d'équivalent CO_2 par année pour la période 2023-2028. La différence de puits entre les deux périodes s'explique entre autres par :

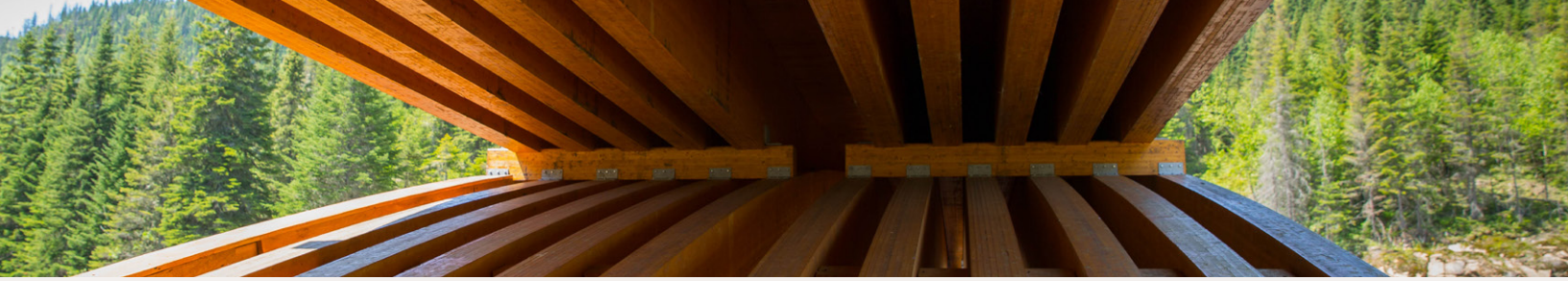
> une réduction importante de la récolte forestière dans la région en raison de mesures intérimaires de protection de l'habitat du caribou forestier imposées par le gouvernement, limitant les superficies sur lesquelles des pratiques d'aménagement différentes visant la séquestration peuvent être appliquées par la Forêt Montmorency

> une évolution du cours normal des affaires vers des pratiques similaires à celles de la Forêt Montmorency, notamment en matière d'utilisation de la coupe partielle.

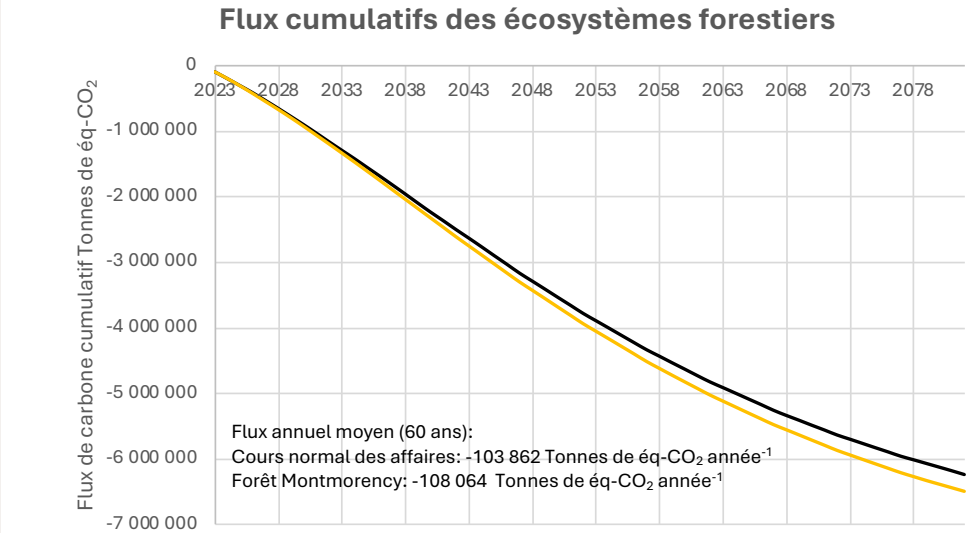
Le puits de la Forêt Montmorency se divise de la manière suivante :

> séquestration supplémentaire de carbone dans les écosystèmes : 4 202 tonnes d'équivalent CO_2 par année

> émissions évitées par les produits du bois : 3 644 tonnes d'équivalent CO_2 par année



Écosystèmes forestiers



Produits du bois

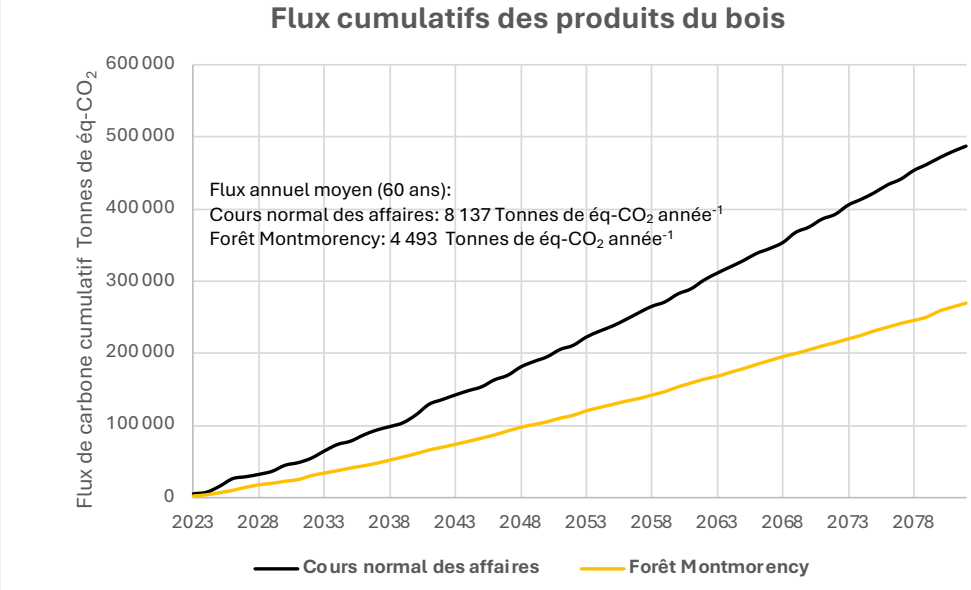


Figure 6. Flux de carbone cumulatifs des écosystèmes forestiers et des produits du bois selon le scénario du cours normal des affaires et de la Forêt Montmorency.

Note : Valeur positive = émissions de CO_2 vers l'atmosphère; Valeur négative = séquestration de CO_2. Un flux cumulatif représente l'addition des flux annuels pour une période de temps donnée.

DES STRATÉGIES D'AMÉNAGEMENT ANCRÉES DANS L'ACTION CLIMATIQUE

Le puits actuel de la Forêt Montmorency est associé à : un niveau de récolte forestière (toutes espèces confondues) moins élevé (-5 582 m^3 $année^{-1}$); une plus grande proportion de superficies récoltées par coupe partielle (36 % contre 24 % de superficie récoltée par coupe partielle); une plus grande proportion de superficies récoltées soumises au reboisement (0,55 contre 0,36 ha reboisé par ha récolté) (Tableau 1); une plus grande proportion de produits du sciage issus du bois récolté, résultant notamment d'un allongement des révolutions de coupe et d'une agilité accrue en matière de sylviculture (Tableau 2).

Les calculs sur le puits de carbone sont étroitement liés au développement de stratégies d'aménagement polyvalent et à la mission d'exemplarité par l'expérimentation en sciences forestières de la Forêt Montmorency. La maximisation du puits de carbone doit donc être harmonisée avec les autres objectifs du territoire, dont la production de bois et la protection de la biodiversité. Pour ce faire, l'équipe de la Forêt Montmorency coordonne les travaux de recherche et travaille avec les parties prenantes du territoire pour s'assurer que les interventions sont cohérentes avec la politique d'aménagement durable de la Forêt Montmorency.

Les travaux de recherche actuels et futurs sur le carbone forestier de la Forêt Montmorency permettent de valider les calculs, d'actualiser la valeur du puits de carbone et d'améliorer les pratiques d'aménagement. Ils visent notamment à évaluer l'efficacité de la coupe partielle (qui permet le maintien d'une partie du couvert forestier) en remplacement de la coupe totale (couramment utilisée en forêt boréale) pour maximiser la séquestration et le stockage de carbone dans les écosystèmes et les produits du bois, et pour assurer la résilience des paysages forestiers sous un climat changeant. D'autres travaux visent quant à eux à étudier la dynamique du carbone dans les sols boréaux.

Références :

Beaudoin, A., Bernier, P.Y., Guindon, L., Villemaire, P., Guo, X.J., Stinson, G., Bergeron, T., Magnussen, S., et Hall, R.J. 2014. Mapping attributes of Canada's forests at moderate resolution through kNN and MODIS imagery. Canadian Journal of Forest Research 44(5): 521-532. doi:10.1139/cjfr-2013-0401.

Beauregard, R., Lavoie, P., Thiffault, E., Ménard, I., Moreau, L., Boucher, J.-F. et al. 2019 Rapport du groupe de travail sur la forêt et les changements climatiques : Québec, 53 p.

Grondin, P., Blouin, J., Racine, P., D'Avignon, H et Tremblay S., 1998. Rapport de classification écologique du sous-domaine bioclimatique de la sapinière à bouleau blanc de l'est. Direction des inventaires forestiers, Ministère des Ressources naturelles du Québec. 261 pages.

Leblanc, M., et Bélanger, L. 2000. La sapinière vierge de la Forêt Montmorency et de sa région: une forêt boréale distincte. Gouvernement du Québec, ministère des Ressources naturelles, Forêt Québec, Direction de la recherche forestière.

Paradis, L., Thiffault, E. and Achim, A. 2019 Comparison of carbon balance and climate change mitigation potential of forest management strategies in the boreal forest of Quebec (Canada). *Forestry: An International Journal of Forest Research*, 92 (3), 264-277.

Penman, J., Gytarsky, M., Hiraishi, T., Krug, T., Kruger, D., Pipatti, R. et al. 2003. Good practice guidance for land use, land-use change and forestry. IPCC National Greenhouse Gas Inventories Programme, Institute for Global Environmental Strategies: Kanagawa Prefecture, v + 593 pp. p.

Van der Gaast, W., Sikkema, R. et Vohrer, M. (2018). The contribution of forest carbon credit projects to addressing the climate change challenge. Climate Policy, 18(1), 42-48.

RÉDACTION

Évelyne Thiffault, professeure titulaire à la Faculté de foresterie, de géographie et de géomatique

Audrey Boivin, agente de recherche et de planification au Bureau de la responsabilité sociale et environnementale

Dominik Lejeune, responsable de la reddition de comptes au Bureau de la responsabilité sociale et environnementale

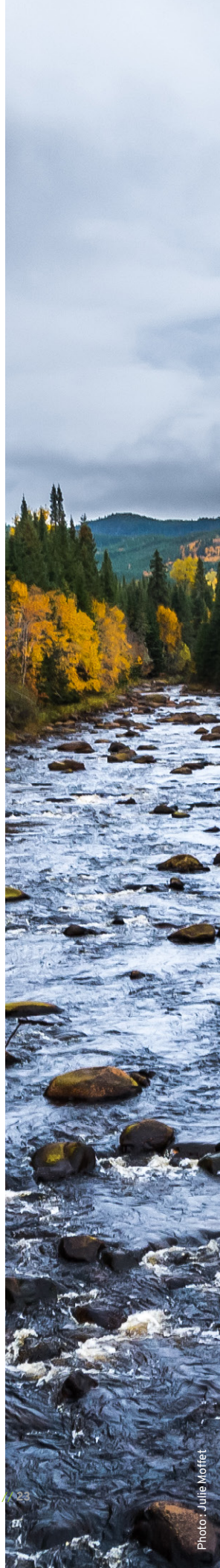


Photo : Julie Moffet