

→→→ Amélioration de la modélisation du carbone forestier

Limites et besoins de recherche : Litière

Contexte

Le Forestier en chef est responsable de la comptabilisation du potentiel d'atténuation du secteur forestier au sein du ministère des Ressources naturelles et des Forêts, en vue de soutenir l'inventaire provincial des gaz à effet de serre. Le calcul d'un tel potentiel passe par la comptabilisation des flux de gaz à effet de serre provenant des forêts et des produits du bois.

Dans le cadre de ce mandat, le Forestier en chef entreprend de bâtir une cartographie des besoins de recherche en matière de modélisation du carbone forestier afin d'identifier les limites scientifiques et de définir les axes de recherche prioritaires à traiter dans le futur. Cette démarche vise à renforcer les connaissances scientifiques en cohérence avec les outils existants, notamment le Modèle du bilan du carbone (MBC-SFC3)¹.

Objectif général

Répondre aux limites scientifiques et aux besoins de recherche prioritaires afin d'intégrer de nouvelles connaissances dans la modélisation des dynamiques du carbone forestier.

Représentation du réservoir : Litière

Ce réservoir inclut la litière foliaire, les débris ligneux fins et petits et les horizons organiques du sol. Dans le modèle, ces réservoirs sont définis de la manière suivante :

- ▶ **La litière foliaire** correspond à la matière organique morte aérienne dont la vitesse de décomposition est qualifiée de très rapide.
- ▶ **Les débris ligneux fins et petits** correspondent à la matière organique morte aérienne dont la vitesse de décomposition est qualifiée de rapide.
- ▶ **Les horizons organiques du sol** correspondent à la matière organique morte aérienne dont la vitesse de décomposition est qualifiée de lente.

Limites du modèle actuel

- ▶ Dans la modélisation actuelle, les stocks de carbone de la litière foliaire et des horizons organiques du sol diffèrent de ceux estimés à partir des placettes de l'inventaire forestier national. Une surestimation des stocks est observée pour les débris ligneux fins et petits².
- ▶ Le modèle présente des incertitudes générales au niveau de certains paramètres utilisés pour simuler la dynamique du carbone de ce réservoir. En particulier, les taux de décomposition appliqués aux réservoirs de la litière foliaire ne sont pas différenciés par espèce (feuillus vs résineux)³, ce qui peut influencer les estimations en fonction de la composition forestière.

¹ Kurz, W. A., Dymond, C. C., White, T. M., Stinson, G., Shaw, C. H., Rampley, G. J., ... & Apps, M. J. (2009). CBM-CFS3: a model of carbon-dynamics in forestry and land-use change implementing IPCC standards. *Ecological modelling*, 220(4), 480-504.

² Shaw, C. H., Hilger, A. B., Metsaranta, J., Kurz, W. A., Russo, G., Eichel, F., ... & Filiatrault, M. (2014). Evaluation of simulated estimates of forest ecosystem carbon stocks using ground plot data from Canada's National Forest Inventory. *Ecological Modelling*, 272, 323-347.

³ Hararuk, O., Shaw, C., & Kurz, W. A. (2017). Constraining the organic matter decay parameters in the CBM-CFS3 using Canadian National Forest Inventory data and a Bayesian inversion technique. *Ecological Modelling*, 364, 1-12.

Limites et besoins de recherche : Litière

- ▶ Le modèle ne prend pas en compte certains processus qui affectent la décomposition de carbone dans l'horizon organique du sol, notamment la stabilisation du carbone et l'activité des microorganismes. Par ailleurs, en l'absence de paramètres appropriés, le modèle ne peut intégrer les effets des changements climatiques sur la dynamique du carbone de ce réservoir, ce qui est susceptible d'affecter la robustesse des simulations à long terme avec le modèle.

Pistes d'amélioration et besoins de recherche

Plusieurs pistes d'amélioration peuvent être envisagées pour améliorer la performance de la modélisation du carbone, autant sous climat historique que sous un climat modifié par les changements climatiques.

- ▶ Pour la litière foliaire, l'étude des paramètres de dépôt et de décomposition de la litière à l'échelle provinciale constitue une perspective de recherche importante afin de recalibrer les paramètres de ce réservoir dans le modèle.
 - À l'échelle provinciale, une étude a permis d'estimer certains paramètres de litière foliaire, notamment le taux de chute (flux annuel du feuillage vers la litière). Dans cette étude, les stocks de carbone dans la litière semblent différer entre les mesures terrain et les estimations du modèle. Actuellement, un autre projet de recherche est en cours afin d'estimer le taux d'incorporation de la litière foliaire dans la matière organique morte du sol. Des recherches seront nécessaires afin de continuer d'améliorer le taux de chute de litière foliaire, ainsi que le taux de transfert de carbone de la litière vers la matière organique du sol et de les adapter aux spécificités de l'ensemble de la province.
 - En ce qui concerne les paramètres de décomposition de la litière foliaire, plusieurs projets sont en cours pour calculer les taux de décomposition de la litière des espèces feuillues et résineuses dans la province. Ces projets de recherche contribueront à définir plus précisément le taux de décomposition de la litière en fonction du type de peuplement ainsi que la proportion de carbone transférée vers les réservoirs souterrains. À l'échelle canadienne, des études ont été réalisées pour vérifier les paramètres de décomposition de la matière organique morte du modèle. Les paramètres optimisés de litière, tels que les taux de décomposition, la sensibilité de ce taux à la température ainsi que la proportion du carbone transférée vers l'atmosphère, sont intégrés au modèle actuel. Il serait intéressant de faire une étude semblable à l'échelle provinciale dans le futur afin d'estimer le taux de décomposition de la litière et d'intégrer ces connaissances dans la modélisation du carbone.
- ▶ Dans le modèle, les débris ligneux fins et petits reçoivent le carbone des souches, du renouvellement des branches ainsi que de la décomposition des branches de chicot, puis le transfèrent vers l'atmosphère et vers l'horizon organique du sol. À ce jour, un seul projet de recherche modélise le carbone dans les débris ligneux, mais aucun ne vise particulièrement à améliorer la connaissance de la dynamique du carbone dans ce réservoir. Par conséquent, des projets de recherche supplémentaires seront nécessaires pour combler cette lacune, notamment pour collecter des données de terrain afin d'estimer les stocks de carbone dans ces réservoirs, mesurer les flux du carbone vers l'atmosphère et vers le sol, ainsi que déterminer les taux de décomposition en fonction des espèces et des conditions environnementales.
- ▶ Concernant l'horizon organique du sol, ce réservoir reçoit le carbone provenant de la décomposition de la litière. L'intégration de processus tels que la stabilité du carbone ou l'activité des microorganismes pourrait ainsi améliorer les prédictions de carbone, mais nécessiterait des développements pour modifier le fonctionnement du modèle. Actuellement, des projets de recherche sont en cours visant à étudier la stabilité du carbone dans l'horizon organique du sol ainsi que l'impact de la préparation de terrain sur les stocks de carbone.

Limites et besoins de recherche : Litière

Finalement, la réalisation de ces recherches à l'échelle provinciale est essentielle pour adapter le modèle aux conditions locales. À l'échelle nationale, une étude a permis de recalibrer les paramètres de décomposition de la litière en s'appuyant sur les placettes de l'inventaire forestier national. Le recalibrage de ces paramètres a été récemment intégré dans le rapport d'inventaire national des gaz à effet de serre de 2026⁴. Cependant, la quantité de données utilisée pour le Québec pourrait être largement améliorée, ce qui souligne la nécessité de réaliser des recherches supplémentaires afin d'améliorer les estimations des stocks de carbone dans la litière foliaire.

Analyses et rédaction : Nour Srour, biol., Ph.D. et Lucas Moreau, ing.f. 22-007, Ph.D.
Révision : Jean-François Carle, ing.f. 09-007, M.Sc.F. et Lucie Bertrand, ing.f. 84-048, Ph.D.
Approbation : Jean Girard, ing.f. 86-025, M.Sc., Directeur du calcul et des analyses
Louis Pelletier, ing.f. 90-066, Forestier en chef

Le 18 septembre 2026

⁴ Environnement et Changement climatique Canada. 2026. Rapport d'inventaire national 1990–2024 : Sources et puits de gaz à effet de serre au Canada.