

→→ Amélioration de la modélisation du carbone forestier

Limites et besoins de recherche : Sol

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 : Sol

Ce réservoir inclut le sol minéral et les radicelles mortes. Dans le modèle, ce réservoir est défini de la manière suivante :

- ▶ **Le sol minéral** correspond à la matière organique morte souterraine dont la vitesse de décomposition est qualifiée de lente.
- ▶ **Les radicelles mortes** correspondent à la matière organique morte souterraine dont la vitesse de décomposition est qualifiée de très rapide.

Limites du modèle actuel

- ▶ Dans la modélisation actuelle, les stocks de carbone dans le sol diffèrent de ceux estimés à partir des placettes de l'inventaire forestier national².
- ▶ La principale limite du modèle est la représentation de la dynamique du carbone dans le sol. Le modèle ne prend pas en compte certains processus qui affectent la décomposition du carbone dans le sol minéral, notamment la stabilisation du carbone et l'activité des microorganismes. Des incertitudes existent aussi au niveau du taux de décomposition des radicelles mortes et de leur taux de renouvellement (taux annuel de mortalité)³. De plus ces paramètres ne sont pas ajustés en fonction des espèces.

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 : Sol

- ▶ 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.

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 améliorer les estimations de carbone, l'intégration de certains processus qui affectent la dynamique du carbone dans le sol, telle que la stabilité du carbone, sera nécessaire pour améliorer les prédictions du modèle, mais nécessiterait des développements pour en modifier le fonctionnement. Des recherches seront nécessaires pour étudier le temps de résidence du carbone dans le sol sous différentes conditions environnementales, en particulier pour comprendre comment la stabilité du carbone varie en fonction des changements climatiques et des types de substrats. Il sera également important d'étudier l'effet des activités microbiennes sur la décomposition de la matière organique et plus largement sur la dynamique du carbone du sol. De plus, l'étude des effets des facteurs environnementaux, tels que l'humidité et les précipitations, sera essentielle afin d'intégrer ces connaissances dans le modèle. Ces recherches permettront de mieux comprendre les dynamiques du carbone dans le sol, tout en améliorant les modélisations à long terme.
- ▶ Pour les racines mortes, il est important de mieux quantifier les proportions de carbone transférées vers le sol ainsi que vers l'atmosphère. À ce jour, un nombre limité de projets de recherche est en cours pour mieux comprendre la dynamique du carbone dans les racines. Des recherches supplémentaires seront nécessaires sur la décomposition de ce réservoir afin de mieux estimer le taux de décomposition de base, la sensibilité de ce taux à la température ainsi que la proportion du carbone transférée vers l'atmosphère. Des recherches seront également requises pour quantifier l'influence de la température, des essences, de l'humidité et des propriétés du sol sur les taux de décomposition et de renouvellement des racines afin d'améliorer la précision du modèle.

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 et de renouvellement de ce réservoir 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 du sol.

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.