

# Modélisation des réponses du bilan de carbone de la forêt boréale à l'aménagement forestier le long d'un gradient longitudinal au Québec

Ameray A<sup>a</sup>, Cavard X<sup>a</sup>, Valeria O<sup>a</sup>, Girona MM<sup>a</sup>, Bergeron Y<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Institut de recherche sur les forêts, Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue, 445 boulevard de l'Université, Rouyn-Noranda, QC, J9X 4E5, Canada. (amea02@uqat.ca)

## Résumé :

- ❖ La gestion des forêts boréales pourrait accroître la séquestration et le stockage du carbone (SSC) ;
- ❖ Les forêts boréales vont subir des impacts importants des changements climatiques (la sévérité des incendies, épidémies, chablis) ;
- ❖ Moyen d'atténuation et d'adaptation : l'augmentation des SSC grâce à des traitements sylvicoles appropriés.

## Notre étude vise à :

- ✓ Modéliser et évaluer la dynamique du bilan carbone le long d'un gradient longitudinal (Fig. 1);
- ✓ Tester l'effet des différentes combinaisons de traitements sylvicoles, de perturbations naturelles, et de scénarios de changement climatique sur le bilan carbone des paysages et peuplements.

## Introduction

Les forêts boréales contribuent de manière significative au cycle du carbone à l'échelle mondiale, leur stockage est estimé à 272 Pg C, avec un puits moyen constant de 0,5 Pg C.yr<sup>-1</sup> (Dixon et al., 1994; Pan et al., 2011). Ce stock et ce puits importants résultent de la dynamique du carbone dans différentes régions boréales, associée aux conditions environnementales, à la gestion des forêts et aux perturbations naturelles (Bergeron 1998, 2004; Kurz et al. 2009).

## Problématique

- ❖ La plupart des modèles appliqués à la modélisation du C en forêts boréales sont des modèles empiriques.
- ❖ La productivité forestière (NPP) est directement affectée par la température, l'eau, la lumière et la disponibilité des éléments nutritifs (Monteith, 1972, Cavard, 2018).
- ❖ La stabilité des stocks de carbone est fortement déterminée par les perturbations naturelles (feux, chablis, épidémies d'insectes, Bergeron 1998, 2004) mais également par l'industrie forestière.
- ❖ La compréhension des impacts à long terme de ces facteurs sur le bilan carbone est encore limitée.
- ❖ Besoin de modèles mécanistique pour intégrer les contraintes biophysique, les processus de paysage (Fig 3), et les mécanismes de photosynthèse et de compétition.

## Objectifs

- ❖ Tester les effets des pratiques sylvicoles les plus courantes au Québec (coupe partielle, coupe total, CPRS, CPRS avec préparation de terrain) sur le bilan carbone à l'échelle des peuplements et des paysages ;
- ❖ Trouver les combinaisons de scénarios de perturbations, de gestion forestière et de changement climatique permettant d'optimiser le bilan carbone de paysages présentant différentes conditions abiotiques (sol, climat).

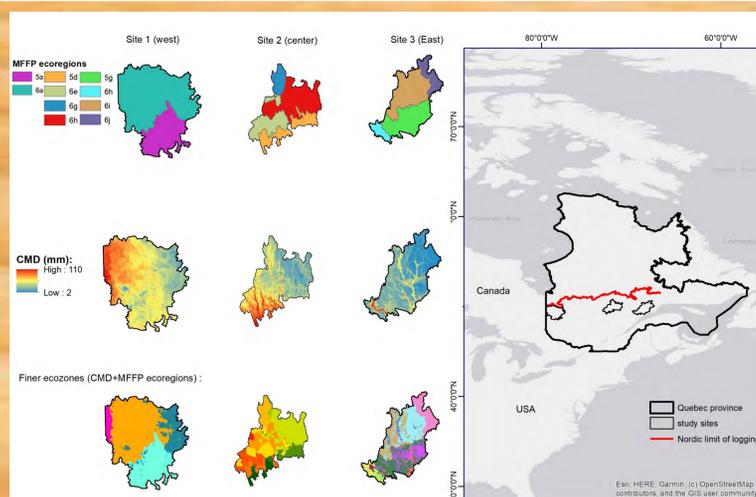


Fig 1: Air d'étude

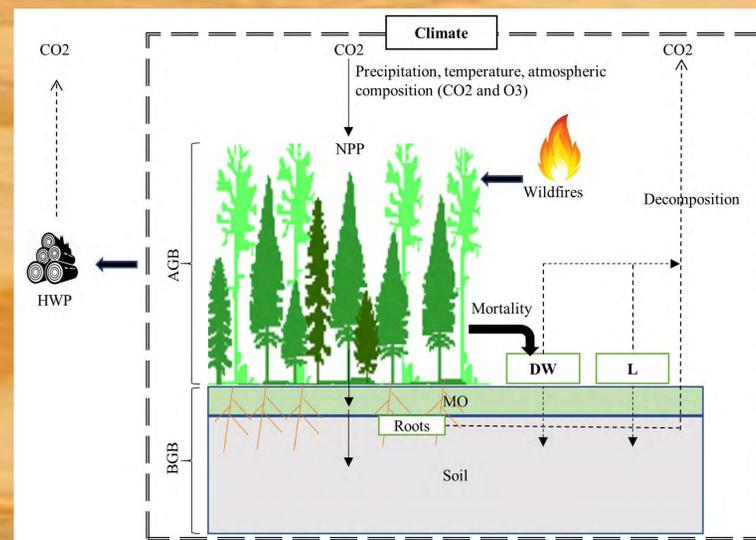


Fig 2: Dynamique de bilan du carbone dans la forêt boréale (AGB: biomasse aérienne, BGB, biomasse souterraine, DW: Bois morts, L: litière, NPP: production nette) adaptée de (Kurz et al. 2009).

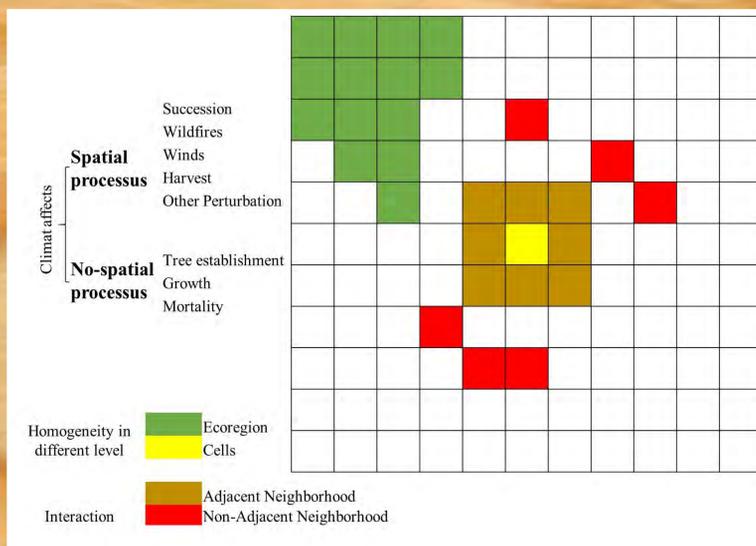
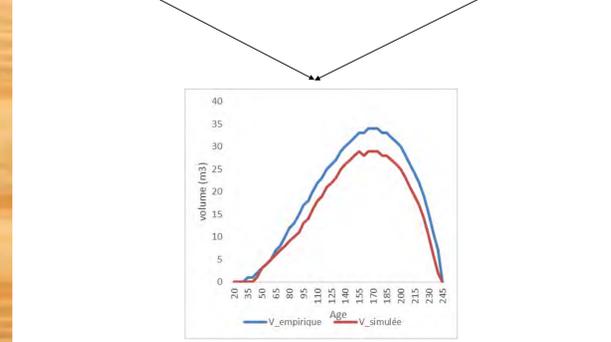
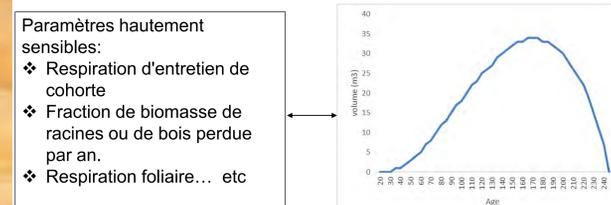


Fig 3: Les processus écologiques du paysage intégrés dans le modèle LANDIS II (Scheller & Mladenoff, 2004)

## Méthode

- ❖ Model mécanistique : Landis II (Fig 3): PnET succession
- ❖ Calibration



- ❖ Paramètres hautement sensibles:
  - ❖ Respiration d'entretien de cohorte
  - ❖ Fraction de biomasse de racines ou de bois perdue par an.
  - ❖ Respiration foliaire... etc
- ❖ Validation : puits de carbone (biomasse et sol) et LAI
- ❖ Model empirique : CBM-CFS3 (a l'échelle de peuplement)

## Remerciement

Les auteurs tiennent à remercier le ministère Forêts, Faune et Parc du Québec, Rayonier Advanced Materials, Chantiers Chibougamau ainsi que le Conseil pour la Recherche en Sciences Naturelles et Génie.

## Reference

- Bergeron, Y., Gauthier, S., Flannigan, M., & Kafka, V. (2004). fire regimes at the transition between mixedwood and coniferous boreal forest in northwestern quebec. *ecology*, 85(7), 1916–1932. <https://doi.org/10.1890/02-0716>
- Bergeron, Y., & Leduc, A. (1998). Relationships between change in fire frequency and mortality due to spruce budworm outbreak in the southeastern Canadian boreal forest. *Journal of Vegetation Science*, 9(4), 492–500. <https://doi.org/10.2307/3237264>
- Cavard, X., Bergeron, Y., Paré, D., Nilsson, M.-C., & Wardle, D. (2018). Disentangling Effects of Time Since Fire, Overstory Composition and Organic Layer Thickness on Nutrient Availability in Canadian Boreal Forest. *Ecosystems*. <https://doi.org/10.1007/s10021-018-0251-3>.
- Dixon, R. K., Solomon, A. M., Brown, S., Houghton, R. A., Trexler, M. C., & Wisniewski, J. (1994). Carbon Pools and Flux of Global Forest Ecosystems. *Science*, 263(5144), 185 LP – 190. <http://science.sciencemag.org/content/263/5144/185>
- Kurz, W. A., Dymond, C. C., White, T. M., Stinson, G., Shaw, C. H., Rampley, G. J., ... Trofymow, J. A. (2009). CBM-CFS3: a model of carbon-dynamics in forestry and land-use change implementing IPCC standards. *Ecological Modelling*, 220(4), 480–504.
- Monteith, J. L. (1972). Solar radiation and productivity in tropical ecosystems. *Journal of Applied Ecology*, 9(3), 747–766.
- Pan, Y., Birdsey, R. A., Fang, J., Houghton, R., Kauppi, P. E., Kurz, W. A., ... Hayes, D. (2011). A Large and Persistent Carbon Sink in the World's Forests. *Science*, 333(6045), 988 LP – 993. <https://doi.org/10.1126/science.1201609>
- Scheller, R. M., & Mladenoff, D. J. (2004). A forest growth and biomass module for a landscape simulation model, LANDIS: design, validation, and application. *Ecological Modelling*, 180(1), 211–229. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2004.01.022>