



Comptabilisation et suivi du carbone forestier

Mise en contexte

La *Stratégie d'aménagement durable des forêts* énonce que le Forestier en chef a la responsabilité de développer son expertise quant à la comptabilisation et au suivi du carbone forestier dans le processus de détermination des possibilités forestières. Afin de répondre à cet objectif, le Forestier en chef a conclu des ententes de collaboration avec des experts de la comptabilisation du carbone des communautés scientifiques provinciale, canadienne et internationale. Plus particulièrement, le partage d'expertise avec le Service canadien des forêts a permis l'adaptation des outils de modélisation aux réalités du Québec. Ces ententes, conjointement au développement d'une plateforme de modélisation, permettent de réaliser le suivi du carbone de l'écosystème forestier public en fonction de stratégies d'aménagement.

Des travaux réalisés au cours de la dernière année ont permis de générer des portraits de l'évolution des stocks et des flux de carbone pour 29 unités d'aménagement, celles bénéficiant d'un nouveau calcul pour la période 2023-2028. Toutefois, l'interprétation des résultats de carbone peut parfois être complexe. Les objectifs poursuivis par la présente fiche thématique sont donc d'informer les lecteurs sur :

- ▶ la dynamique générale du carbone dans l'écosystème forestier
- ▶ la méthodologie utilisée par le Forestier en chef pour le suivi des stocks et des flux de carbone de l'écosystème
- ▶ l'interprétation des résultats présentés dans les rapports de calcul.

Cycle du carbone dans l'écosystème forestier

Le cycle du carbone des forêts québécoises est affecté par la balance nette de deux grands flux : la séquestration du carbone de l'atmosphère appelée productivité primaire nette (PPN) et les émissions de carbone provenant de la décomposition de la matière organique morte appelée respiration hétérotrophe (Rh). En plus de ces deux processus de croissance et de décomposition, certaines portions de la forêt peuvent également être affectées par des perturbations anthropiques et naturelles. Les perturbations telles que la récolte, les feux de forêt et les épidémies d'insectes altèrent la quantité de carbone dans les réservoirs de l'écosystème par l'intermédiaire de la mortalité, du transfert de carbone vers l'atmosphère et du transfert de carbone dans les produits du bois suite à leur transformation.

Dynamique du carbone à l'échelle du peuplement

Le dioxyde de carbone retiré de l'atmosphère par la photosynthèse des arbres et des plantes est séquestré dans l'écosystème sous forme de biomasse aérienne (Ba) - les arbres et souterraine (Bs) - les racines, de matière organique morte soit la litière (Li) et le bois mort (Bm) et de carbone organique dans les sols (Cs). Le rendement photosynthétique d'un peuplement est intimement lié à la productivité du site, à sa composition forestière et son âge. Le carbone séquestré peut retourner dans l'atmosphère par l'intermédiaire de la respiration propre des arbres, de la décomposition de la matière morte et de l'oxydation directe par les feux de forêt (figure 1).

Les échanges nets de l'écosystème (ENE) constituent un flux de carbone qui est estimé en calculant la différence entre les émissions provenant de la décomposition (respiration hétérotrophe) et des autres émissions provenant des perturbations naturelles lorsqu'elles se produisent et la séquestration provenant de la productivité primaire nette (figure 1). Cette dernière est un flux de carbone défini comme



étant la différence entre la photosynthèse (production primaire brute) et la respiration des arbres et des plantes.

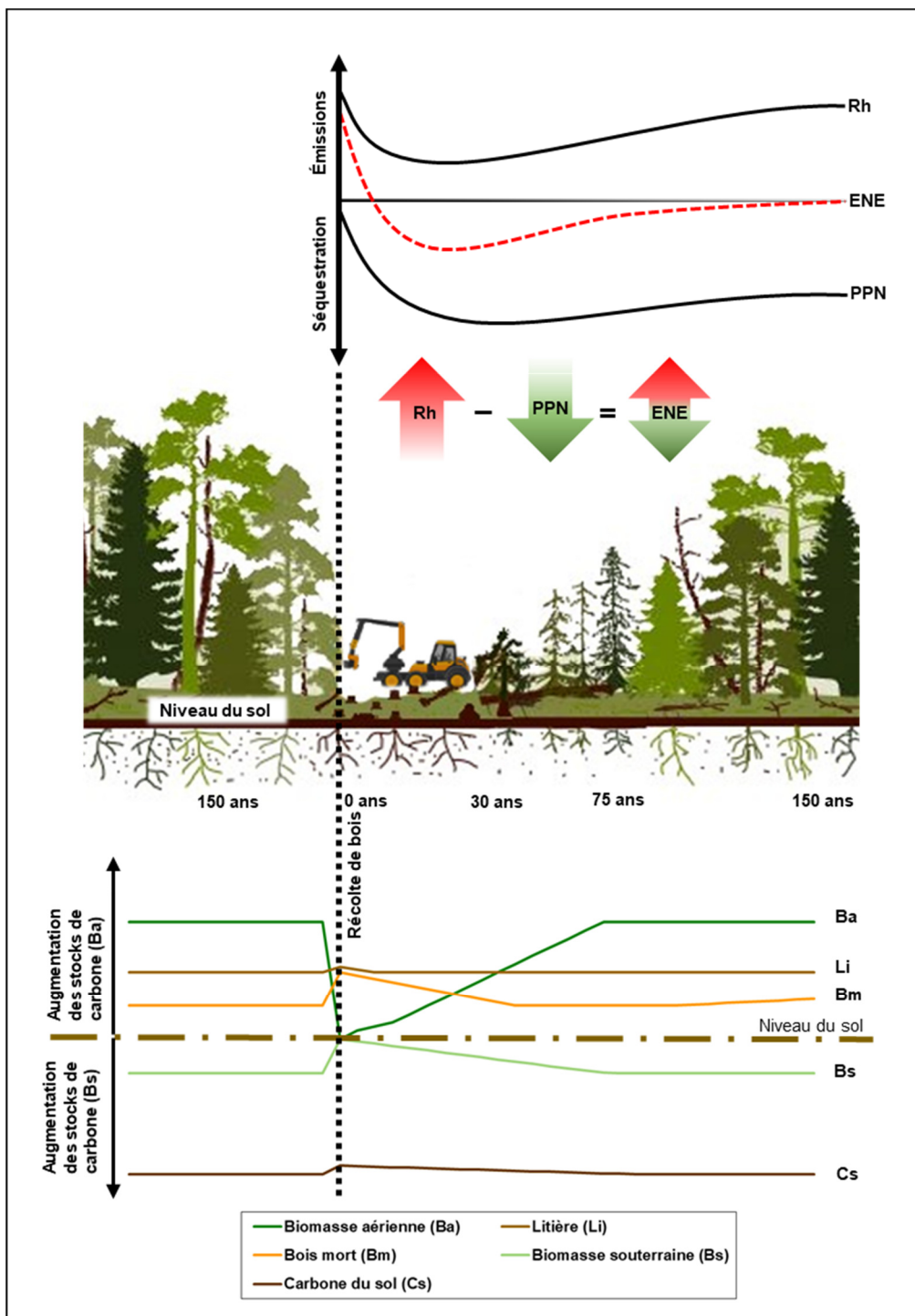


Figure 1. Représentation de l'évolution des stocks (graphique du bas) et flux (graphique du haut) de carbone à l'échelle du peuplement suite à la récolte¹

¹ Inspirée de

À la suite d'une perturbation, la forêt devient une source de carbone jusqu'à ce que le point de compensation soit atteint c'est-à-dire lorsque les échanges nets de l'écosystème redeviennent négatifs. La période de séquestration maximale se produit à l'âge intermédiaire du peuplement. Les échanges nets de l'écosystème avec l'atmosphère augmentent à nouveau lorsque la productivité primaire nette diminue avec le temps. L'atteinte de ces points culminants pour chaque peuplement dans le temps est liée au type de perturbation, à la condition du site et au scénario sylvicole.

Dynamique du carbone à l'échelle du paysage

Les paysages forestiers québécois sont constitués de peuplements ayant différentes classes d'âges, d'historiques de perturbation et d'espèces poussant sur une large gamme de conditions de site. L'estimation des stocks de carbone et des échanges nets de l'écosystème à l'échelle du paysage peut être réalisée en faisant la somme de l'ensemble des peuplements le composant. Le bilan et l'évolution des stocks et des échanges nets de carbone entre l'écosystème et l'atmosphère pour un territoire donné sont donc grandement influencés par l'historique des perturbations, la structure d'âge actuelle, la stratégie d'aménagement et l'occurrence de perturbations naturelles dans le futur.

Plateforme de modélisation

L'entente conclue avec le Service canadien des forêts a permis l'acquisition de l'outil « *Generic Carbon Budget Model (GCBM)* ». Il permet l'interprétation des stocks et des flux de carbone de l'écosystème forestier dans l'espace et le temps. Il requiert toutefois la création et l'adaptation de données matricielles et temporelles ayant un format spécifique. Le Forestier en chef a donc entrepris le développement d'outils et de méthodes permettant le traitement et la préparation des intrants au *GCBM*. Les développements réalisés par le Forestier en chef permettent actuellement la lecture et l'interprétation de données issues de modèles *Woodstock* par le *GCBM*. Ceci permet l'analyse du carbone des unités d'aménagement avec un outil reconnu et à la fine pointe des connaissances.

Interprétation des résultats

La figure présentée dans les rapports des unités d'aménagement montre l'évolution périodique moyenne des stocks de carbone dans les réservoirs ainsi que les échanges nets de l'écosystème avec l'atmosphère sur un horizon de 150 ans. L'évaluation du carbone a été réalisée pour la superficie destinée à l'aménagement forestier et celle qui est exclue pour des raisons environnementales, réglementaires ou opérationnelles. Les réservoirs de carbone sont représentés par les bâtonnets empilés et leurs contenus, c'est-à-dire les stocks, en tonne de carbone à l'hectare par l'axe des Y de gauche (valeurs en noir). Les échanges nets de carbone entre l'écosystème et l'atmosphère, soit les émissions provenant de la respiration de l'écosystème moins la productivité primaire nette, sont représentés en tonne d'équivalent CO₂ à l'hectare par la ligne pointillée rouge et l'axe des Y de droite (valeurs en rouge).

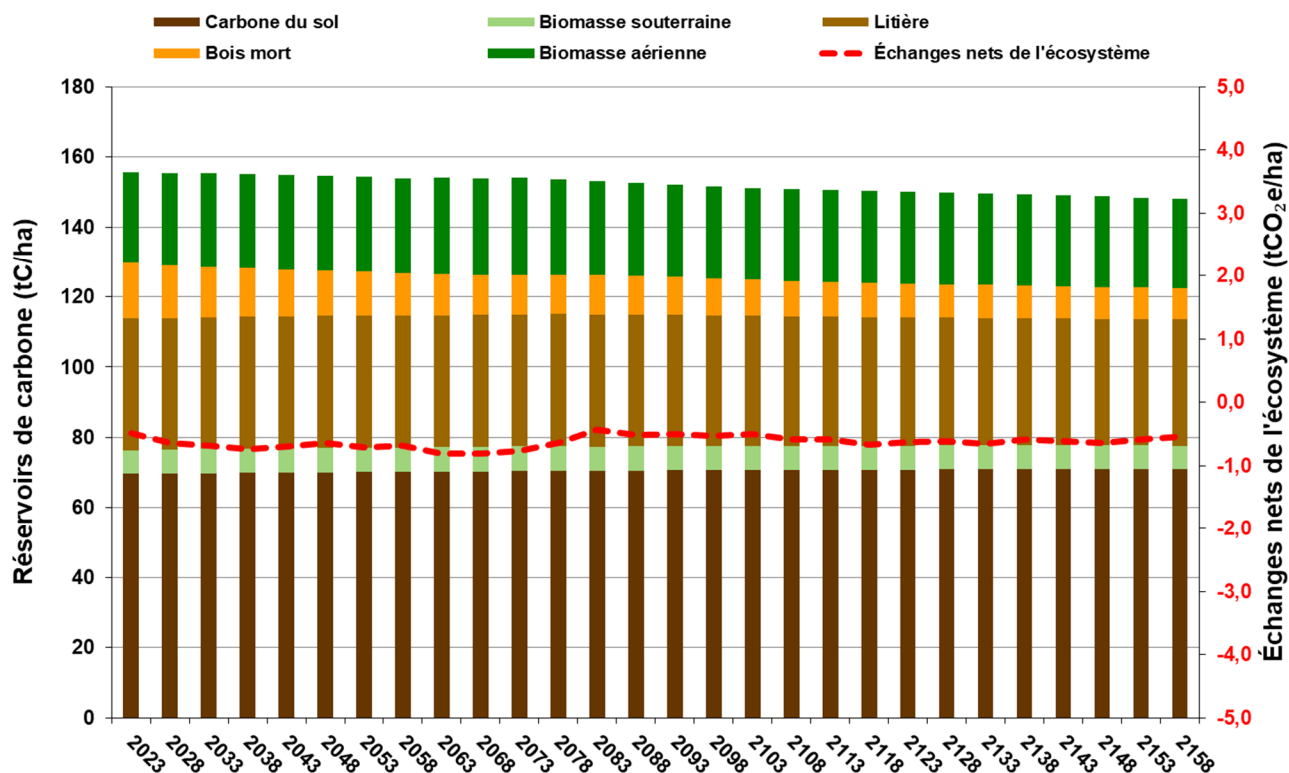


Figure 2. Évolution annuelle moyenne des stocks de carbone dans les réservoirs et des échanges nets de l'écosystème avec l'atmosphère

L'écosystème forestier d'un territoire est considéré comme une source (émissions) de carbone si les échanges nets sont positifs et un puits (séquestration) si les échanges nets sont négatifs.

La figure 2 présente un exemple de résultats pour une unité d'aménagement située dans la région du Nord-du-Québec. Les résultats montrent que la stratégie d'aménagement permet de maintenir les stocks de carbone contenus dans les réservoirs de l'écosystème relativement stables entre ~145 et ~155 tonnes par hectare.

De plus, les échanges nets de l'écosystème avec l'atmosphère se maintiennent en dessous de 0 ce qui montre également que la stratégie peut maintenir une fonction de puits de carbone (séquestration plus élevée que les émissions) en l'absence de perturbations naturelles.

Limitations

Les résultats représentent l'évolution du carbone de l'écosystème selon les activités liées à la stratégie d'aménagement, soit la récolte et la sylviculture. Ce portrait pourrait être mis à jour périodiquement afin de prendre en compte les changements survenus dans le territoire (aménagement forestier et perturbations naturelles). Il ne tient pas compte du cycle de vie des produits du bois, des effets de la substitution possible de matériaux plus générateurs de gaz à effet de serre par des produits du bois et n'intègre pas les émissions provenant des opérations forestières elles-mêmes.

Le 1^{er} novembre 2021