Ressources naturelles Canada
Natural Resources Canada

Bulletin 71

Nouvelles Express

Service canadien des forêts - Centre de foresterie des Grands Lacs

Prévision des flux de carbone des sols forestiers

INTRODUCTION

Les sols forestiers sont un important réservoir de carbone. Aux fins d'inventaire, il est donc important de bien estimer la quantité de carbone que les sols contiennent et qu'ils libèrent. Le Service canadien des forêts (SCF) de Ressources naturelles Canada (RNCan) effectue le suivi des stocks de carbone au moyen de l'Inventaire forestier national (IFN) depuis les années 1980. Les données d'inventaire sur les essences forestières et les volumes de bois sont entrées dans la version 3 du Modèle du bilan du carbone pour le secteur forestier canadien (MBC SFC3), qui est un système de modélisation à échelle opérationnelle simulant la dynamique des stocks du carbone et les changements dans les forêts aménagées. Les renseignements obtenus sont nécessaires pour les rapports à faire en accord avec la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques. Outre les données d'inventaire, une modélisation précise exige de comprendre le détail du cycle du carbone dans les forêts. Par exemple, la décomposition est un processus important dans le sol qui libère du dioxyde de carbone (CO_2) dans l'atmosphère, par les phénomènes de la respiration microbienne et de la respiration racinaire. Les résultats de recherche obtenus par le SCF au moyen des sites de mesure de la covariance des turbulences (Fluxnet Canada) et de l'Expérience canadienne sur la décomposition interstationnelle (ECDI) ont montré l'importance de la respiration des sols pour déterminer le bilan carbone des forêts, mais nous ne comprenons pas encore très bien les facteurs qui déterminent le taux de respiration des sols et comment il varie dans le paysage.

RÔLE DU CENTRE DE FORESTERIE DES GRANDS LACS

Kara Webster et ses collègues du Centre de foresterie des Grands Lacs (CFGL) étudient la variation de la respiration des sols dans les paysages forestiers dans le but d'améliorer les estimations du bilan carbone. Les travaux visent à comprendre ce qui détermine les flux de carbone des sols à l'échelle des petits bassins hydrographiques (de 1 à 100 ha), dans une première étape pour comprendre la dynamique du carbone à des échelles plus grandes. La plupart des forêts du Canada s'implantent dans des terrains accidentés, et le relief influe beaucoup sur les conditions d'environnement dans le sol qui déterminent la respiration. Les études qui quantifient la variation de la respiration des sols sont utiles pour comprendre la dynamique du carbone à l'échelle du paysage.

Mesure de la respiration des sols

La respiration des sols est la combinaison de la respiration des racines des arbres et de la respiration des communautés microbiennes, surtout les bactéries et les champignons. La quantité de CO_2 dégagée par la respiration du biote dépend de l'humidité et de la température du sol ainsi que de la qualité des substrats que les organismes consomment (la facilité ou la difficulté avec laquelle les substrats se dégradent). Dans les essais sur le terrain, nous prélevons des échantillons de sol en surface et dans les horizons minéraux, afin de déterminer la quantité et la qualité de matières qui sont décomposées. Des capteurs enfouis servent à mesurer la température et l'humidité. La respiration du sol est mesurée en plaçant une boîte portable en plexiglas, sans fond, sur des goulottes métalliques installées en permanence dans le sol (figure 1). Le CO_2 produit par le sol s'accumule dans la boîte et l'augmentation de sa concentration avec le temps est mesurée au moyen d'un analyseur à infrarouge.

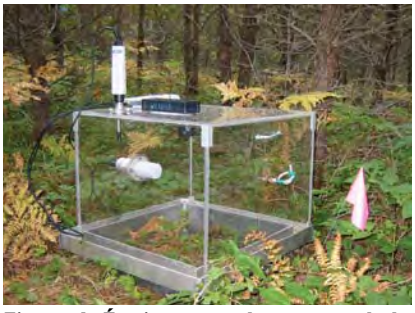

Figure 1. Équipement de mesure de la respiration des sols.

Gabarit topographique pour segmenter le paysage

L'eau et les matières organiques se déplacent de haut en bas dans le paysage, ce qui joue sur les propriétés des sols le long des pentes. En nous appuyant sur un modèle altimétrique numérique (MAN), c'est-à-dire une carte numérique présentant des données sur l'altitude, nous pouvons nous servir des caractéristiques topographiques, par exemple la courbure d'une pente, pour distinguer des zones : crête, revers, bas et pied de pente, zone humide extérieure et zone humide intérieure (figure 2). Ces caractéristiques sont délimitées sur une carte, et nous procédons à l'échantillonnage des sols dans chaque zone, plutôt que selon une grille uniforme, parce que les caractéristiques les plus rares jouent parfois beaucoup sur la respiration totale des sols. Le gabarit qui en résulte peut alors être utilisé pour mettre à l'échelle du paysage les informations sur la respiration.

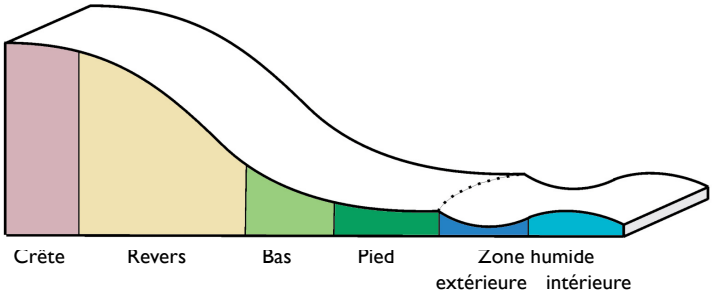

Figure 2. Classification des caractéristiques topographiques.

Variation de la respiration des sols

Une étude de surveillance de la respiration des sols, qui ciblait différentes caractéristiques géographiques, a été réalisée dans une forêt d'érables à sucre dans le secteur de recherche du bassin des lacs Turkey, au nord de Sault Ste. Marie, en Ontario, dans la région forestière des Grands Lacs et du Saint-Laurent. Les résultats ont montré que la respiration des sols dans certaines zones était plus forte que dans d'autres. En particulier, les zones cruciales de transition (temporairement mouillées) au bas et au pied des pentes ont montré le taux de respiration le plus élevé. Ce résultat s'explique par les conditions optimales de température et d'humidité dans ces zones au cours de la saison de croissance et par la grande qualité des substrats en raison des feuilles mortes qui s'y accumulent. Plus haut, le revers et la crête étaient trop secs. Plus bas, l'humidité était trop forte pour qu'il y ait une production importante de CO_2 (figure 3).

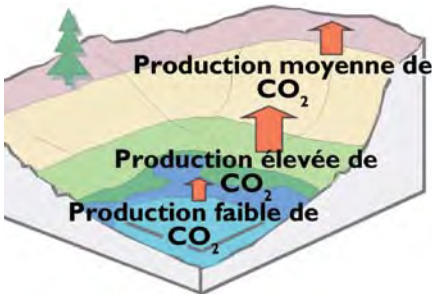

Figure 3. Variation de la respiration des sols le long d'une pente.

Nous avons élaboré un modèle pour expliquer les facteurs qui influent sur la respiration des sols, ce qui nous a permis de déterminer que 57 % de la variation était attribuable aux différences de température et d'humidité du sol; la quantité de carbone et la qualité du substrat (rapport carbone/azote) dans les feuilles fraîchement tombées et dans le sol expliquaient quant à eux une autre part de 17 % de la variation. Des travaux additionnels ont révélé un autre facteur déterminant de la variation de la respiration des sols : des sources mobiles apportent du carbone qui se dissout dans l'eau des sols, puis se fixe sur les surfaces minérales des couches supérieures du sol.

La respiration des sols à l'échelle du paysage

Vu l'influence des caractéristiques topographiques sur la respiration des sols, le classement uniforme de la forêt comme milieu sec, tel qu'il est fait dans l'actuel modèle de comptabilisation du carbone, pourrait aboutir à une erreur importante au moment d'augmenter l'échelle. Les résultats de notre étude montrent que la respiration des sols au cours de la saison de croissance pourrait être sous-évaluée de 7,4 % ou surévaluée de 30,8 % dans des représentations spatiales plus grossières, en fonction de la zone et des conditions climatiques, s'il n'était pas tenu compte des différentes caractéristiques topographiques.

Le sort du carbone des sols sous un climat en évolution

Le bassin des lacs Turkey connaît des températures beaucoup plus chaudes depuis les 30 dernières années, sans que ce réchauffement s'accompagne de tendances nettes au chapitre des précipitations. Selon les prévisions, les sols du bassin auront des taux de respiration plus élevés dans des conditions de température plus chaudes et éventuellement plus sèches, et l'emplacement, la taille et la qualité des zones où la respiration des sols est optimale pourraient changer. À mesure que le bassin s'asséchera, nous nous attendons à ce que les conditions d'humidité optimale se déplacent des zones en hauteur vers les zones cruciales de transition, pour finir dans les milieux humides. Ainsi, les secteurs ayant davantage de zones cruciales de transition et de milieux humides réagiront plus fortement au changement d'humidité, car les conditions qui y prévalent aideront à créer un milieu plus optimal de respiration des sols, tandis que les secteurs dominés par les hauteurs réagiront moins.

Travaux en cours et à venir

Les recherches se poursuivent pour surveiller les tendances de la respiration des sols d'année en année, et nous avons constaté une grande variabilité de la quantité de CO_2 provenant des sols qui est rejetée à l'atmosphère. De plus, les pertes de carbone sous forme dissoute dans les systèmes aquatiques ont été surveillées à certains endroits dans le bassin versant. Ces pertes, même si leur ampleur est moindre, sont importantes. Le devenir du carbone, qui va dans l'atmosphère ou dans les systèmes aquatiques, est fortement lié aux conditions météo durant l'année.

Les réponses des sols à l'évolution à long terme du climat forestier sont complexes, et des facteurs autres que l'humidité et la température du sol entrent en jeu, comme les changements dans les communautés microbiennes. Il faudra réaliser d'autres travaux pour comprendre comment les divers éléments de l'écosystème forestier réagiront et s'adapteront aux changements climatiques à des échelles plus grossières.

CONCLUSION

Les estimations du carbone dans les sols forestiers peuvent être améliorées par l'échantillonnage stratégique, fondé sur le fait connu que certaines des caractéristiques topographiques les plus rares influent beaucoup sur la libération du carbone. Un gabarit topographique pour déterminer les secteurs ayant des propriétés biogéochimiques analogues est utile pour obtenir des résultats à l'échelle du paysage. L'utilité des démarches qui permettront d'obtenir des estimations plus précises des réservoirs de carbone des sols grandira, à mesure que les forêts du Canada s'adapteront aux changements climatiques au cours des décennies à venir.

COLLABORATEURS

Fred Beall, Centre de foresterie des Grands Lacs, SCF, RNCan

Irena Creed, University of Western Ontario

Rick Bourbonnière, Centre canadien des eaux intérieures, Environnement Canada

La Fondation canadienne pour les sciences du climat et de l'atmosphère, pour le financement de la recherche

POUR RENSEIGNEMENTS

Kara Webster
Centre de foresterie des Grands Lacs
1219, rue Queen Est
Sault Ste. Marie (Ontario) Canada, P6A 2E5
Téléphone : 705-949-9461
Télécopieur : 705-541-5700
Courriel : GLFCWeb@rncan.gc.ca
Site Web : scf.rncan.gc.ca/centres/glfc

Pour obtenir de plus amples renseignements sur les droits de reproduction, veuillez communiquer avec Travaux publics et Services gouvernementaux Canada (TPSGC) par téléphone au 613-996-6886, ou par courriel à l'adresse suivante : droitdauteur.copyright@tpsgc-pwgsc.gc.ca.

© Sa Majesté la Reine du Chef du Canada, 2013
ISSN 1496-7847