

Le rôle des lacs boréaux dans le cycle du carbone

La problématique des gaz à effet de serre de juridiction mondiale est aujourd'hui assez bien connue du public. Plusieurs gaz peuvent participer au réchauffement atmosphérique, dont le dioxyde de carbone (CO₂) et le méthane (CH₄). Évidemment, ces gaz ne sont pas seulement issus de l'activité humaine. Ils font aussi partie de la dynamique normale des écosystèmes naturels. L'élaboration d'un bilan planétaire afin de préciser les apports naturels versus les apports provenant des activités humaines implique un travail multidisciplinaires d'envergure internationale. Il devient donc pertinent de mieux définir le rôle des lacs et des rivières dans ce budget substantiel.

Les lacs boréaux

La définition du cycle du carbone dans les systèmes d'eau douce est le résultat de plusieurs études scientifiques. La détermination de l'importance de chacune de ces étapes du cycle du carbone, et donc la quantification des différentes composantes de ce budget naturel, reste encore un grand défi. Au Québec, l'étude des lacs en région boréale représentent un contrat encore plus sérieux vu l'éloignement des sites et l'absence de routes menant aux lieux d'échantillonnage. Le projet Eastmain-1, initié en 2003 par Hydro-Québec dans la région de la baie James, vise non seulement à révéler l'impact d'un réservoir hydro-électrique sur l'émission nette de gaz à effet de serre, mais participera également à nous éclairer sur le rôle jusqu'à maintenant méconnu des lacs boréaux dans le cycle du carbone.

La forêt boréale recouvre près de 70% du territoire québécois représentant plus de 550 000 km². Les étendues d'eau douce et les milieux humides sont aussi omniprésents et couvrent près du tiers de la région. On évalue à plus de 600 000 le nombre de lacs qui parsèment le bouclier canadien au Québec. Un survol de la région permet d'admirer l'importance du réseau hydrique ainsi que la dominance de nombreux petits lacs par rapport aux lacs à grandes surfaces (figures 1 et 2).

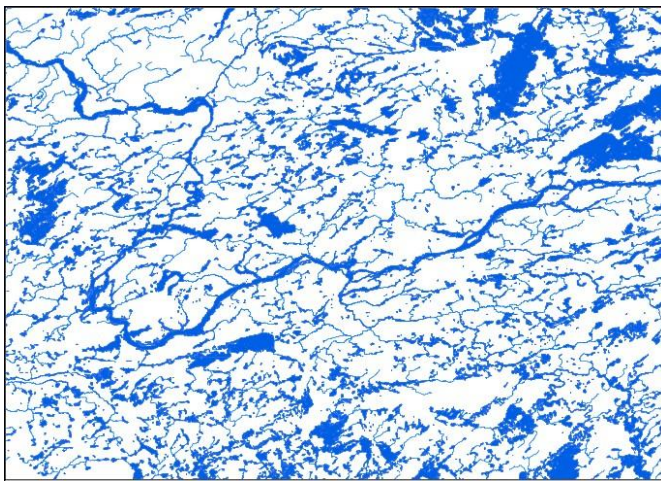


Figure 1 : Réseau hydrique du secteur du réservoir d'Eastmain-1

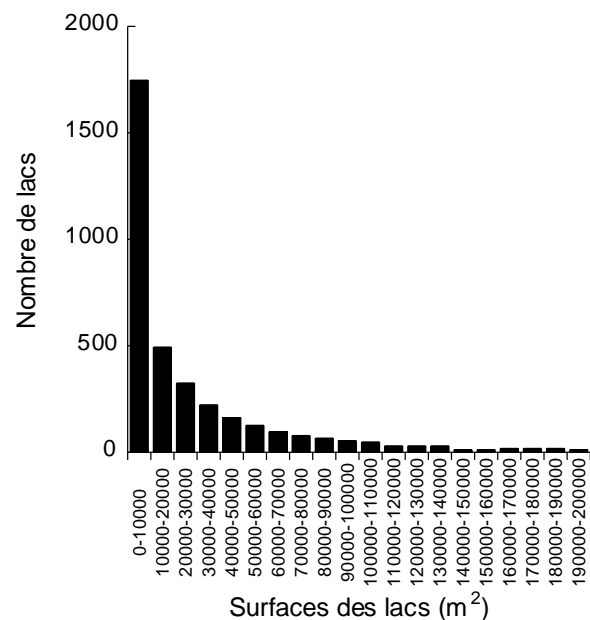


Figure 2 : Nombre de lacs en fonction de leur superficie.

Dynamique naturelle du carbone dans un lac

Malgré la beauté souvent statique d'un lac, il existe un mouvement perpétuel du carbone qui circule vers le système (lac) depuis plusieurs sources, se recycle à l'intérieur du système, et s'échappe vers l'atmosphère ou vers d'autres lacs par l'intermédiaire de rivières ou d'eaux souterraines (figure 3). Le carbone entre et sort d'un lac sous forme organique; le carbone organique particulaire (POC) ou dissout (COD), et sous forme inorganique; le carbone inorganique dissout (CID). Le POC peut être constitué par exemple de débris déchetés provenant de végétaux ou d'animaux, de petits morceaux d'exosquelettes d'insectes, de résidus de feuilles provenant de la litière forestière, bref, de toute substance organique. Il passe du système terrestre au système aquatique par lessivage, est soit réduit en carbone dissout par

l'activité bactérienne dans le lac, soit stocké dans les sédiments, ou bien est directement évacué du lac par une sortie telle une rivière.

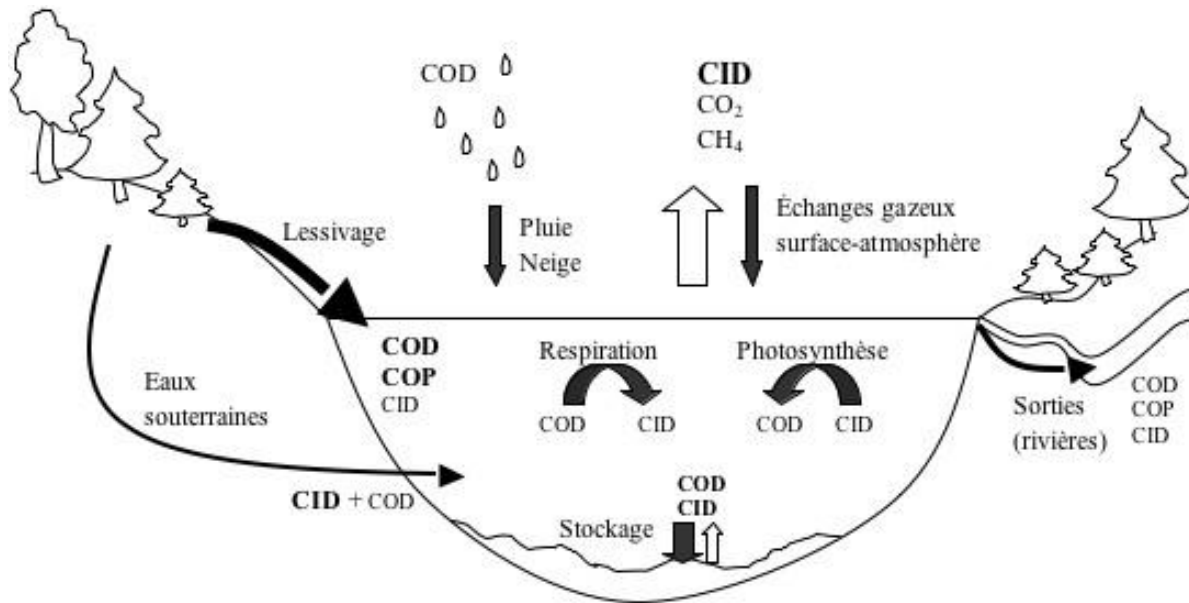


Figure 3 : Schéma des échanges de carbone dans les lacs (COD; carbone organique dissout, COP; carbone organique particulaire, CID; carbone inorganique dissout).

Le COD est le résultat de la décomposition bactérienne de matière organique plus complexe comme le POC. En plus de provenir du ruissellement et des eaux souterraines, sa configuration plus simple permet son transport par l'intermédiaire de précipitations sous forme de pluie ou de neige. Les micro-organismes présentes dans l'eau du lac ou dans les sédiments participent intensivement au recyclage du COD dans le système soit en l'utilisant pour respirer et se multiplier, soit en le produisant lors de la photosynthèse. Le COD non utilisé lors de ces activités métaboliques se dépose au fond du lac ou encore s'évade vers d'autres systèmes par les courants d'eau sortant du lac. Le CID est le produit de la respiration sous forme de CO_2 et le produit de la fermentation sous forme de CH_4 . Cette forme gazeuse et volatile du carbone est par conséquent facilement transférable d'un compartiment à l'autre du cycle. À l'instar du COD, il est recyclé à l'intérieur même du lac, mais une quantité considérable de ces gaz à effet de serre s'échappe vers l'atmosphère depuis la plupart des lacs.

Que sait-on sur le rôle des lacs boréaux ?

Certains chercheurs ont estimé que sur la totalité du carbone terrestre atteignant les lacs, environ 42% est relâché vers l'atmosphère sous forme de gaz à effet de serre, 11% sédimente vers le fond des lacs, et 47% est acheminé via le réseau hydrique jusqu'aux océans. Cette évaluation demeure toutefois assez grossière, dans le sens où tous les lacs de tous les biomes ne se comportent pas nécessairement de la même manière.

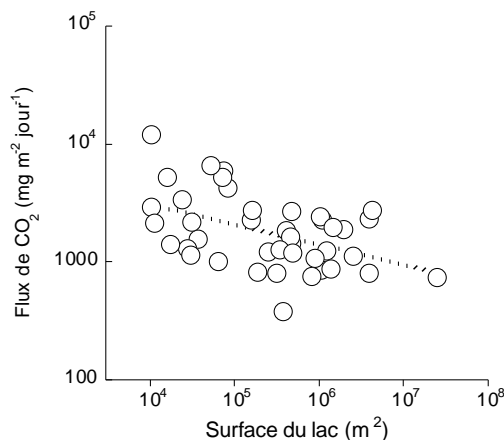


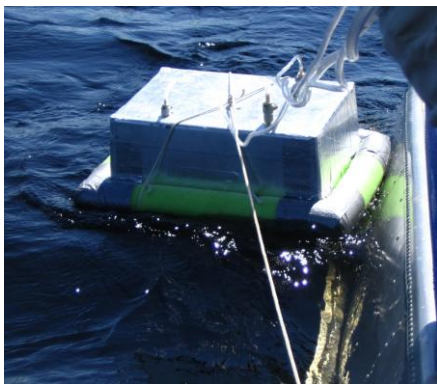
Figure 4 : Concentration de CO_2 dans l'eau ($p\text{CO}_2$) en fonction de la surface du lac

Le projet Eastmain a participé considérablement à l'estimation quantitative de la contribution de dizaines de lacs boréaux de toutes tailles. Les scientifiques ont mesuré sur le terrain des flux de CO₂ vers l'atmosphère allant de 4,33 à 273,13 mmol/m²/jour (moyenne 45,83mmol/m²/jour) et des flux de CH₄ allant de 0,02 à 1,93 mmol/m²/jour (moyenne 0,46 mmol/m²/jour). Ces résultats montrent des apports très variables d'un lac à l'autre, mais tous contribuent indéniablement à l'émission naturelle de gaz à effet de serre. Cette étude a par ailleurs révélé que les lacs plus petits sont associés à plus de CO₂ en surface et à de plus grands flux de ce gaz vers l'atmosphère (figure 4). Nous avons vu plus haut que la région boréale à l'étude comporte une majorité de petits lacs par rapport aux grands lacs. Par conséquent, nous devons tenir compte du fait que les lacs de la région boréale québécoise jouent un rôle non négligeable dans la dynamique naturelle des gaz à effet de serre.

Les lacs boréaux sont aussi des puits où le carbone est stocké dans les sédiments depuis des milliers d'années. Une étude sur 9 lacs de la région d'Eastmain a permis d'estimer que les lacs boréaux québécois entreposent en moyenne 9,44 kg C m⁻² (entre 2,9 et 21,0 kg C m⁻²) dans leurs sédiments. La superficie du bassin versant, la superficie du lac et la profondeur maximale d'eau tendent à bien prédire cette quantité stockée. Les lacs boréaux québécois s'inscrivent dans le patron de stockage des lacs boréaux du monde et ressemblent particulièrement au stockage des lacs en Finlande. Ces résultats montrent encore une fois la variabilité existante d'un lac à l'autre pour une même région.

Comment mesurer les gaz à effet de serre ?

Mesurer la concentration d'un gaz dans l'eau ou même sortant de l'eau peut représenter un sérieux défi. Heureusement, il existe sur le marché scientifique des instruments qui permettent d'obtenir une concentration précise de CO₂ ou de CH₄



dans l'eau, comme dans l'air. Le projet Eastmain utilise un chromatographe afin d'obtenir les concentrations de CH₄ et le EGM-4 pour le CO₂. Le brassage intensif d'un échantillon d'eau est suffisant pour faire sortir les gaz et prendre ensuite leur concentration. Toutefois, un montage composé d'une chambre flottante connectée



au lecteur EGM-4 est nécessaire afin d'estimer un flux de gaz sortant d'une étendue d'eau. Ces expériences sont répétées sur plusieurs années à trois reprises lors d'une même période de dégel au point le plus profond de nombreux lacs de la région du réservoir Eastmain-1 (voir les fiches sur les méthodes de mesure).

Notre connaissance au sujet du rôle des lacs boréaux dans le cycle du carbone était jusqu'à ce jour plutôt minime. Les communautés scientifiques de la Finlande et de la Suède participent aussi activement à l'avancement du savoir dans ce domaine. Le projet Eastmain assure la collaboration du Québec pour une meilleure compréhension de l'implication des lacs dans la dynamique naturelle des gaz à effet de serre.

Martine Camiré

et

Yves Prairie

prairie.yves@uqam.ca

