

Les gaz à
effet de serre



Pourquoi les
émissions de GES
par les réservoirs
sont-elles plus
faibles au Québec ?



La problématique des gaz à effet de serre (GES) est mondiale et assez bien connue du public. Plusieurs gaz peuvent contribuer au réchauffement atmosphérique, dont le dioxyde de carbone (CO_2) et le méthane (CH_4). Ces gaz ne sont pas seulement issus de l'activité humaine, ils font partie de la dynamique normale des écosystèmes. Par exemple, les GES sont émis lors des feux de forêt, par les milieux aquatiques naturels comme les lacs et rivières, de même que par la mise en eau des réservoirs. Or il s'avère que les réservoirs hydroélectriques aménagés en zone nordique, comme au Québec, en émettent beaucoup moins que ceux en zone tropicale. Comment explique-t-on cela ?

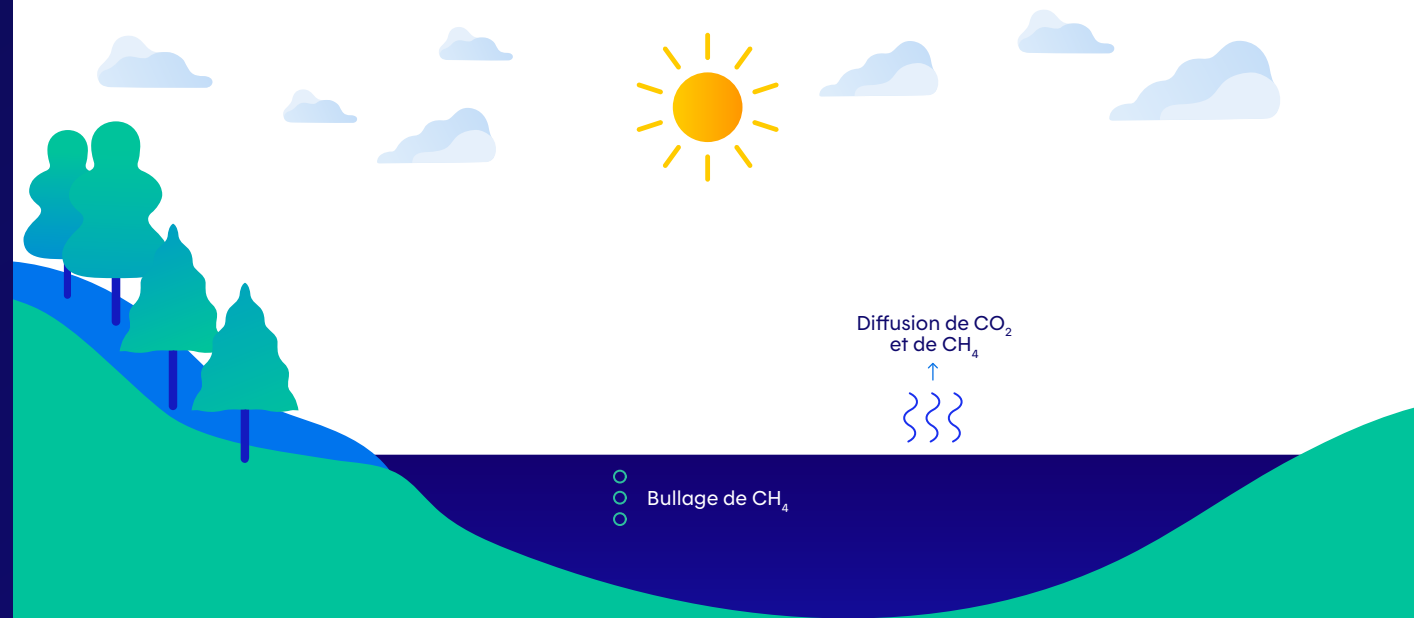
Émissions de GES par les réservoirs hydroélectriques

Lors de la mise en eau de réservoirs hydroélectriques, la décomposition de la végétation ennoyée produit temporairement plus d'émissions de CO_2 et de CH_4 , phénomène bien connu (Tremblay et coll., 2005). Or, plusieurs facteurs influencent l'émission de ces GES vers l'atmosphère, tels que la température de l'eau et la teneur en oxygène dissous, les apports en matière organique, la productivité biologique du milieu, l'âge du réservoir, le type de végétaux ennoyés, la superficie du réservoir et la configuration de celui-ci (Tremblay et coll., 2005; Deemer et coll., 2016).

Réservoirs et méthane

Deemer et collaborateurs (2016) présentent une revue de la littérature scientifique mondiale sur les émissions de GES. Ils ont rassemblé des données sur 267 réservoirs de tous les continents et de plusieurs régions climatiques, dont certains au Québec.

Les auteurs indiquent que le CH_4 doit faire l'objet d'une attention particulière. En effet, selon les recherches les plus récentes, son potentiel de réchauffement climatique sur 100 ans serait 34 fois plus élevé que celui du CO_2 .



Température de l'eau des réservoirs

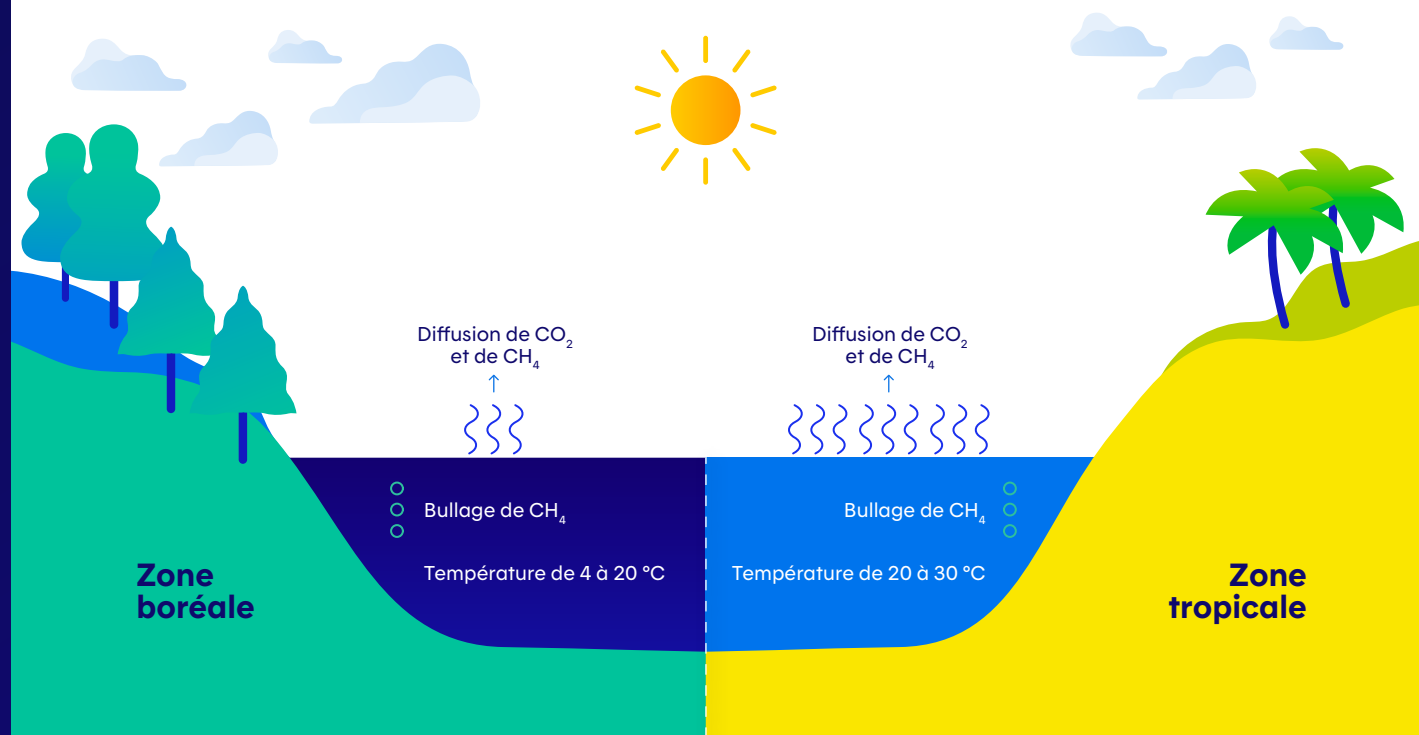
Le taux de décomposition de la végétation inondée varie beaucoup d'après la situation géographique du réservoir. En effet, les taux d'émission de GES en ce qui a trait aux réservoirs dépendent de la température de l'eau et varient en fonction de la zone climatique (boréale, tropicale, tempérée, etc.). En d'autres mots, plus la température de l'eau est froide, moins les bactéries s'activent à décomposer la matière organique, ce qui réduit les émissions de GES. Ainsi, les réservoirs du Québec émettent bien moins de GES que ceux en zone chaude puisque les températures moyennes annuelles de la plus grande partie des masses d'eau oscillent généralement entre 4 et 6 °C.

Teneurs en oxygène dissous dans les eaux

La quantité d'oxygène pouvant être dissous est également influencée par la température. Une eau plus froide permet à celle-ci d'avoir des teneurs plus élevées en oxygène dissous. Or, la dégradation de la matière organique en présence d'oxygène favorise la production de CO_2 par rapport à celle du CH_4 .

Quand l'oxygène dissous dans l'eau est épuisé par l'activité bactérienne, cela mène à des conditions d'anoxie. Dans ces circonstances, la production de CH_4 est favorisée par rapport à celle du CO_2 . Lorsque les concentrations de CH_4 sont suffisamment élevées, ce gaz peut être émis par diffusion, par bullage ou par dégazage en aval des centrales.

Par conséquent, des conditions d'anoxie ou l'absence d'oxygène dissous sont plus fréquemment présentes dans les réservoirs en zones tropicales et chaudes qui génèrent donc plus de CH_4 . De plus, les processus de production du CH_4 peuvent persister dans le temps, car les apports de matière organique en provenance de l'amont du bassin versant maintiennent des conditions anoxiques favorables à ce qu'il soit produit. Cela se traduit par des émissions de GES généralement plus importantes à long terme dans les réservoirs en zone chaude ou tropicale (Tremblay et coll., 2005).



Matière organique et éléments nutritifs

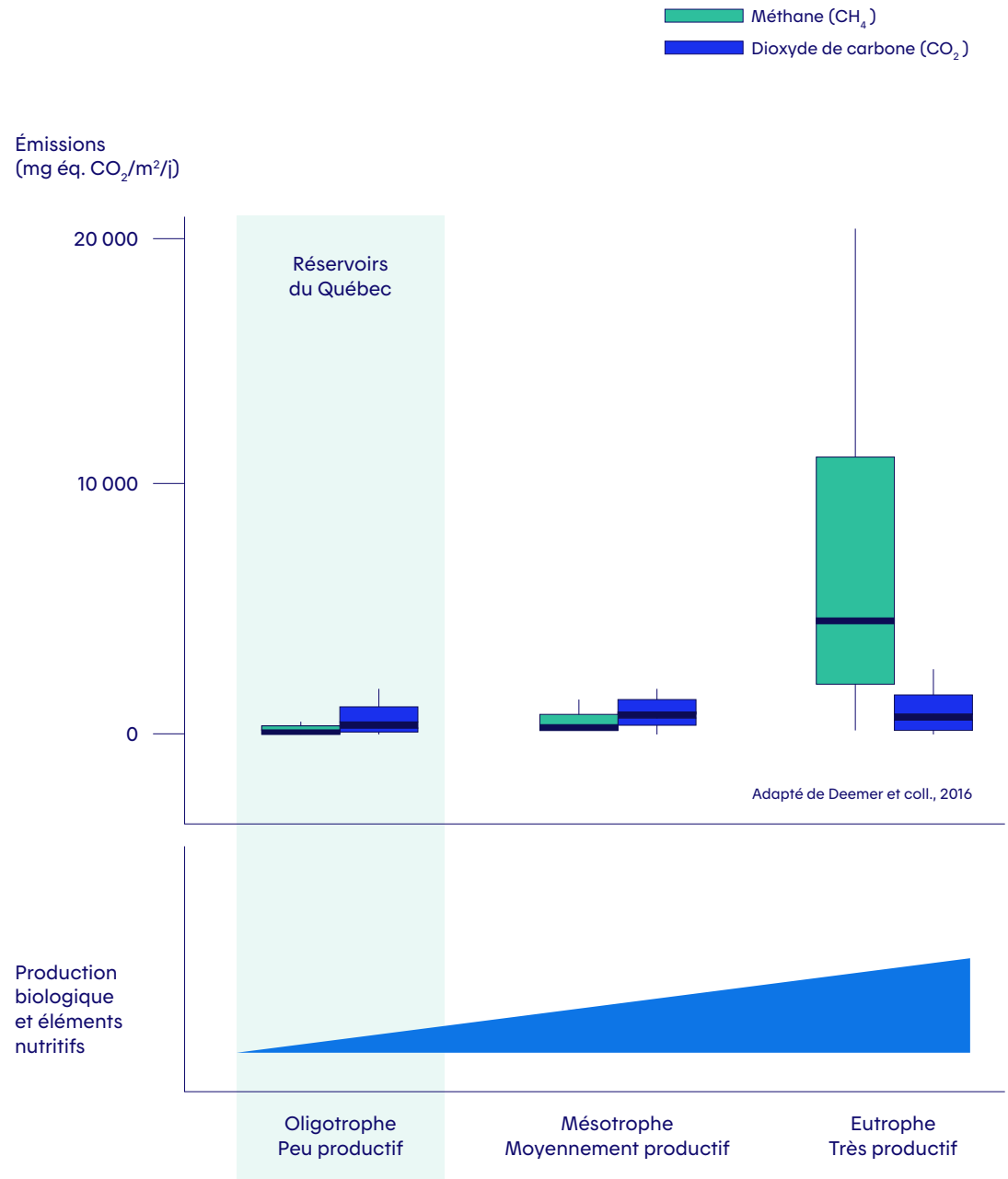
Deemer et collaborateurs (2016) indiquent que les réservoirs riches en matières nutritives, dits « eutrophes », produisent plus de GES, et en particulier du CH_4 , que ceux qui en sont pauvres, dits « oligotrophes ».

Les émissions généralement supérieures de CO_2 et de CH_4 dans les réservoirs des zones tropicales sont attribuables à une température de l'eau et à une productivité biologique plus élevées et, dans plusieurs cas, à une grande abondance de matière organique envoyée (Soued et Prairie, 2020).

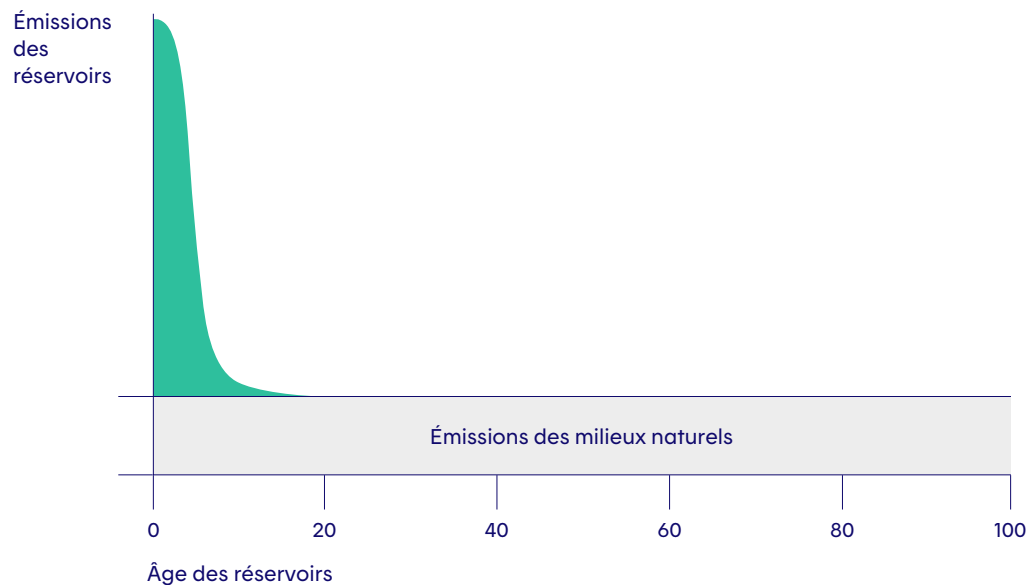
Dans les grands réservoirs hydroélectriques du Québec, l'eutrophisation n'a jamais été observée. Au contraire, on y constate plutôt des faibles teneurs en matières nutritives, comme le phosphore. Par ailleurs, la pollution découlant des activités humaines (agriculture intensive, rejets d'effluents, etc.) est une source potentielle d'une grande quantité d'éléments nutritifs et de matière organique. Or, les réservoirs du Québec se trouvant surtout dans des zones nordiques loin d'activités humaines intensives, leurs bassins versants en sont par conséquent peu influencés.

La matière organique envoyée peu abondante et la faible productivité biologique dans les réservoirs du Québec, par rapport aux zones chaudes, expliquent donc en partie leurs plus faibles émissions de GES.

Émissions de GES des réservoirs selon leur niveau trophique



Émissions de GES reliées aux réservoirs



Âge des réservoirs

Lorsqu'un réservoir hydroélectrique est mis en eau, la végétation ennoyée qui se décompose produit de façon temporaire plus de GES que les milieux naturels qu'il remplace (Tremblay et coll., 2005 ; Teodoru et coll., 2012). Les données accumulées au fil des ans ont permis de constater que les émissions de GES dans les réservoirs installés en zones froides du Québec sont plus importantes les premières années suivant la mise en eau, et qu'elles diminuent rapidement. Après une période d'environ 15 ans, elles sont généralement comparables à celles des milieux naturels (Tremblay et coll., 2005).

Voies d'émission des GES

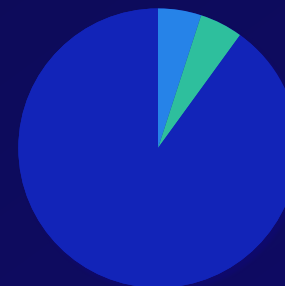
Les voies d'émission des GES en ce qui concerne les réservoirs hydroélectriques se ressemblent partout dans le monde. Il s'agit principalement de la diffusion, du dégazage et du bullage (voir le document *Émissions de gaz à effet de serre des réservoirs hydroélectriques* pour plus de détail). Or, leurs intensités varient selon plusieurs caractéristiques, dont l'endroit où se situe le réservoir sur le globe.

Par exemple, en zone tropicale, plus chaude, le dégazage a plus d'importance par rapport à ce que l'on observe pour les réservoirs en zones boréales, plus froides, comme ceux au Québec (Soued et Prairie, 2020).

Voies d'émissions des réservoirs :

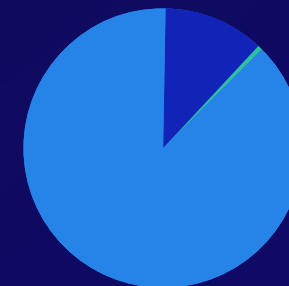
Au Québec

- Diffusion
- Dégazage
- Bullage



En Malaisie

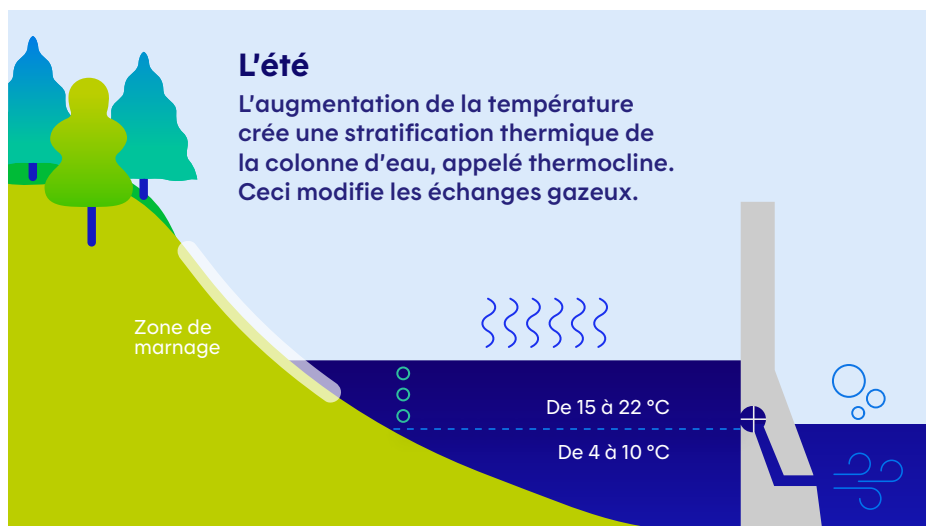
- Diffusion
- Dégazage
- Bullage



Réservoirs hydroélectriques du Québec

En plus des facteurs déjà mentionnés, certaines caractéristiques des réservoirs aménagés au Québec contribuent également aux plus faibles quantités de GES, dont le CH_4 , qu'ils émettent en comparaison avec ceux des zones plus chaudes.

Les zones de marnage sont influencées par la variation du niveau d'eau du réservoir. Elles sont dépourvues de végétation ou de sols quelques années après la mise en eau, ce qui réduit la quantité de matière organique aux endroits peu profonds susceptibles de produire du CH_4 .



Qu'en est-il donc du froid au Québec ?

Le plus bas taux de décomposition de la matière organique par les bactéries, les teneurs en oxygène favorisant la production de CO_2 plutôt que de CH_4 , l'absence de pollution anthropique importante, la présence d'une couverture de glace qui réduit la diffusion des GES s'avèrent tous des circonstances avantageuses expliquant pourquoi les émissions de GES par les réservoirs hydroélectriques du Québec sont plus faibles que celles par les réservoirs dans les zones plus chaudes. Pour conclure, le froid québécois représente vraiment tout un avantage !



Photos

Couverture : Évacuateur de l'aménagement Robert-Bourassa et réservoir Robert-Bourassa

Page 7 : Réservoir de la Paix des Braves et aménagements Bernard-Landry (à gauche) et de l'Eastmain-1 (à droite).

Références

Deemer, B.R., J.A. Harrison, S. Li, J.J. Beaulieu, T. DelSontro, N. Barros, J.F. Bezerra-Neto, S.M. Powers, M.A. dos Santos et J.A. Vonk. 2016. « Greenhouse Gas Emissions from Reservoir Water Surfaces: A New Global Synthesis ». *BioScience*, vol. 66, no 11, pp. 949–964. doi.org//10.1093/biosci/biw117.

Soued, C. et Y.T. Prairie. 2020. « Sources and processes sustaining surface CO_2 and CH_4 fluxes in a tropical reservoir: the importance of water column metabolism ». *Biogeosciences Discussions*. doi.org//10.5194/bg-2020-258.

Teodoru, C.R., J. Bastien, M.-C. Bonneville, P. del Giorgio, M. Demarty, M. Garneau, J.-F. Hélie, L. Pelletier, Y.T. Prairie, N.T. Roulet, I.B. Strachan et A. Tremblay. 2012. « The net carbon footprint of a newly created boreal hydroelectric reservoir ». *Global Biogeochemical Cycles*, vol. 26, no 2. doi.org//10.1029/2011GB004187.

Tremblay, A., L. Varfalvy, C. Roehm et M. Garneau (dir.). 2005. *Greenhouse Gas Emissions – Fluxes and Processes: Hydroelectric Reservoirs and Natural Environments*. Berlin, Heidelberg et New York, Springer. 732 p.



Produit par :

Alain Tremblay, biologiste, Ph. D.

François Bilodeau, chimiste, M. Sc.

Direction – Expertise – Santé, sécurité et environnement (2022G224F)

ISBN : 978-2-550-91860-8 PDF

Dépôt légal - 3^e trimestre 2022

Bibliothèque et Archives nationales du Québec

This publication is also available in English.

