

Mars 2023

# Eau 101

Rapport *Recherche* préparé pour l'ICPA par  
Nicolas Mesly, Al Mussell, et Angèle Poirier





Institut canadien des politiques  
agroalimentaires (ICPA)  
960, avenue Carling Immeuble 60  
Ottawa (Ontario) K1A0C6  
[www.capi-icpa.ca/fr](http://www.capi-icpa.ca/fr)

Ce rapport est commandité en partie par la Fondation RBC. Il fait partie d'une initiative environnementale plus vaste de l'ICPA, **À l'avant-garde des solutions durables.**



Pour assurer la validité et la qualité de son travail, l'ICPA exige que tous ses rapports *Recherche* soient soumis à un processus d'examen par les pairs. L'ICPA remercie les pairs examinateurs pour leurs commentaires sur une version antérieure de ce rapport. Les points de vue et les opinions exprimés dans ce document sont uniquement ceux de l'auteur et ne reflètent pas nécessairement ceux de l'ICPA.

## Note de l'ICPA

Puisque l'eau est une ressource commune essentielle à la vie, elle est habituellement régie par des planificateurs centraux et, sauf exception, n'est pas soumise aux règles du libre marché. Les politiques relatives à l'eau recourent des domaines comme la surveillance et la production de rapports, le commerce international et bien sûr, l'agriculture. En tant que promoteur de solutions stratégiques en agriculture, l'ICPA a conçu *Eau 101* afin de faire le point sur l'état général de l'eau au Canada, son importance pour l'agriculture et la transformation des aliments au Canada, et ses répercussions sur les politiques nationales et internationales.

Ce rapport est le premier d'une série de rapports *Recherche* qui aborderont la question complexe de l'eau en ce qui concerne l'agriculture, la sécurité alimentaire et la gouvernance. Cette série – et des éléments connexes comme des webinaires et des visualisations de données – est produite avec l'aide du boursier distingué de l'ICPA, Nicolas Mesly, journaliste primé, photographe et agronome.

## Points saillants

- L'eau, contrairement à de nombreux autres intrants dans la production alimentaire, ne peut ni être créée ni détruite. Cependant, dans un contexte de croissance de la demande alimentaire mondiale, la disponibilité et la qualité de l'eau sont un enjeu majeur, voire l'enjeu du 21<sup>e</sup> siècle.
- Comparativement à d'autres pays, le Canada dispose de suffisamment d'eau pour soutenir d'importantes exportations agroalimentaires. Une proportion relativement faible des prélèvements d'eau au Canada est utilisée dans la production et la fabrication d'aliments.
- L'eau et l'électricité comptent parmi les intrants les plus importants dans la transformation des aliments. Le Canada est un endroit attrayant pour les investissements dans la transformation des aliments en raison de son abondance d'eau et de ses faibles tarifs d'électricité, en particulier l'hydroélectricité au Québec.
- Étant donné que l'eau traverse les frontières (provinciales et nationales), l'eau est une compétence partagée entre plusieurs ordres de gouvernement. Il existe de multiples accords transfrontaliers, mais ils ne sont pas toujours renouvelés ou appliqués.

# Table des matières

1. INTRODUCTION.....	6
2. IRRIGATION .....	8
2.1. RESSOURCES EN EAU DOUCE .....	9
3. TRANSFORMATION DES ALIMENTS AU CANADA .....	11
3.1. HYDROÉLECTRICITÉ .....	13
4. EMPREINTE DE L'EAU VIRTUELLE .....	15
5. SURVEILLANCE DE L'EAU AU CANADA .....	17
5.1. QUALITÉ ET QUANTITÉ DE L'EAU SOUTERRAINE .....	17
5.2. QUALITÉ ET QUANTITÉ DE L'EAU DE SURFACE.....	20
5.3. UTILISATION AGRICOLE DE L'AZOTE ET DU PHOSPHORE .....	22
6. GOUVERNANCE DE L'EAU AU CANADA.....	26
6.1. ACCORD SUR LES EAUX TRANSFRONTALIÈRES AU CANADA.....	26
7. CONCLUSION .....	30
8. RÉFÉRENCES.....	31

## Table des figures

Figure 1. Irrigation dans le monde.	8
Figure 2. Volumes d'irrigation par région de drainage, m <sup>3</sup> , 2020.	9
Figure 3. Ressources renouvelables en eau douce par habitant.	10
Figure 4. Extraction d'eau par secteur industriel, 1 000 000 m <sup>3</sup> (2005-2017).	11
Figure 5. Sources d'eau par les transformateurs alimentaires au Canada, m <sup>3</sup> (2005-2017).	12
Figure 6. Tarifs d'électricité moyens pour les clients de moyenne puissance, 2022.	13
Figure 7. Exportations nettes d'eau virtuelle, m <sup>3</sup> (cultures : 2016; produits animaux : 2020)	15
Figure 8. Empreinte de l'eau par produit.	16
Figure 9. Indice de la qualité de l'eau.	17
Figure 10. Puits de Réseau provincial de contrôle des eaux souterraines de l'Ontario.	18
Figure 11. Réseau de suivi des eaux souterraines du Québec.	19
Figure 12. Réseau des puits d'observation de la Nouvelle-Écosse.	20
Figure 13. Indice du risque de contamination de l'eau, par composante (AAC).	22
Figure 14. Résumé des règlements provinciaux sur la gestion des éléments nutritifs.	23
Figure 15. Lac Champlain.	25
Figure 16. Engagements relatifs à la qualité et à la quantité de l'eau et accords transfrontaliers, par administration.	26

## Liste des acronymes et des sigles

AAC	Agriculture et Agroalimentaire Canada
ACR	Accord-cadre sur la répartition
AQEGL	Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs
AWC	Alberta Water Council
CMI	Commission mixte internationale
CRDI	Centre Canada-Saskatchewan de recherche sur la diversification de l'irrigation
ECCC	Environnement et Changement climatique Canada
ERNC	Environnement et Ressources naturelles Canada
FAO	Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture [Food and Agriculture Organization]
INRS	Institut national de la recherche scientifique
LCBP	Lake Champlain Basin Program
MELCC	ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (Québec)
MH	méthane de houille
OBWB	Okanagan Basin Water Board
ONG	organisation non gouvernementale
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	pentoxyde de phosphore
PCA	Partenariat canadien pour l'agriculture
PCAD	Partenariat canadien pour une agriculture durable
PGB	pratiques de gestion bénéfiques
PGMN	Provincial Groundwater Monitoring Network
RCE	Réseau canadien de l'eau
REPP	Régie des eaux des provinces des Prairies
WPAC	conseil consultatif et de planification des bassins hydrographiques
WSA	Water Security Agency (Saskatchewan)



## 1. Introduction

La disponibilité et la qualité de l'eau sont de plus en plus une préoccupation mondiale, en raison de la croissance de la population, de la croissance économique, du réchauffement climatique et des pratiques actuelles et passées de gestion de l'eau. Les dirigeants et les organisations mondiales reconnaissent de plus en plus que l'eau a un rôle à jouer dans la lutte contre les changements climatiques. Pour la toute première fois, l'eau était à l'ordre du jour de la COP27, la convention annuelle des Nations Unies sur les changements climatiques, qui s'est déroulée en Égypte en novembre 2022, et qui a été désignée « la COP sur l'eau » (Suga, 2022).

L'eau n'est ni créée ni détruite. Toutefois, elle peut être dénaturée, contaminée, transportée sur plusieurs distances, épuisée à l'échelle locale, et son état peut être modifié. En tant que producteur agricole et grand exportateur, le Canada utilise des ressources en eau et il a un accès sûr à ces ressources, ce qui constitue un élément clé de la durabilité. L'utilisation excessive et locale de l'eau peut créer des conflits entre le secteur agricole et d'autres utilisateurs, comme le secteur de l'énergie, les municipalités et les communautés autochtones, mais aussi la protection de l'environnement. Dans le secteur agroalimentaire même, il peut y avoir de la concurrence entre les intervenants, comme les producteurs de cultures spécialisées, les usines de transformation des aliments, et les entreprises d'eau et de boissons. L'agriculture durable relève d'une utilisation et d'une gestion efficaces de l'eau et de ses sources. Ces pratiques durables vont certainement avoir une influence sur la perception des acheteurs étrangers pour les exportations agroalimentaires canadiennes.

Les contextes mondial actuel et futur mettent davantage l'accent sur le besoin d'une gestion et d'une politique efficaces de l'eau au Canada. Il est largement reconnu que l'intensification, soit une plus grande production à partir d'un territoire donné, est plus durable que la culture de nouvelles terres. L'intensification des terres agricoles existantes suppose une gestion plus précise des intrants, y compris l'eau, par exemple grâce à des systèmes d'irrigation améliorés, et inversement la gestion du drainage pour soutenir le rendement des cultures.

L'évolution des changements climatiques et ses incidences sur les conditions des cultures et la production agricole (incluant la production animale) exige une gestion plus efficace de l'eau. C'est très tangible au Canada : on se souviendra de la récolte de 2019 dans diverses régions du Canada comme étant la « récolte de l'enfer », avec des conditions persistantes et exceptionnellement humides, froides et venteuses. En 2021, l'Ouest canadien a subi une grave sécheresse qui a considérablement réduit le rendement et la production des cultures. Cette sécheresse a été suivie, en novembre 2021, par des inondations intenses et catastrophiques dans les basses-terres continentales de la Colombie-Britannique. Le réchauffement climatique augmente le nombre de degrés-jours, ce qui crée la perspective d'une augmentation des rendements et de la faisabilité de l'agriculture dans les régions plus au nord, mais avec de nouveaux besoins d'eau. Le réchauffement climatique accélère également le cycle de l'eau, avec des taux d'évaporation plus élevés, pouvant affecter les besoins en eau des cultures. Le cycle de l'eau est aussi lié aux cycles du carbone et de l'azote qui influencent le dérèglement climatique. Dans ce contexte, il est d'autant plus impératif de planifier la répartition et la conservation de l'eau pour assurer la pérennité de la production agricole.

De façon plus générale, la situation mondiale passe d'une abondance relative des aliments – liée à des excédents de production de denrées agricoles, à de faibles prix à la ferme, et à de faibles ou instables revenus à la ferme – à une rareté relative de denrées alimentaires avec les risques importants que cela entraîne sur la sécurité alimentaire, des prix alimentaires abordables, et des revenus agricoles très variables. La perspective d'une demande alimentaire forte et soutenue, conjuguée à des événements climatiques extrêmes simultanés et à des perturbations géopolitiques et agroalimentaires du commerce (notamment l'invasion de la Russie en Ukraine le 24 février 2022), menacera de plus en plus la production agricole et la sécurité alimentaire. Dans ce contexte, il faudra gérer les gains d'efficacité liés à une meilleure gestion de l'eau et à la protection des ressources hydriques dont dépend l'agriculture.

L'objectif de ce rapport est de donner un aperçu de l'utilisation de l'eau par le secteur agroalimentaire et ses enjeux au Canada : gouvernance, gestion, et attribution. D'autres futurs rapports et études de cas mettront en évidence la nécessité de monter une stratégie nationale de l'eau dans un contexte de dérèglement climatique et d'une demande alimentaire croissante.

#### Encadré 1. Mesures statistiques.

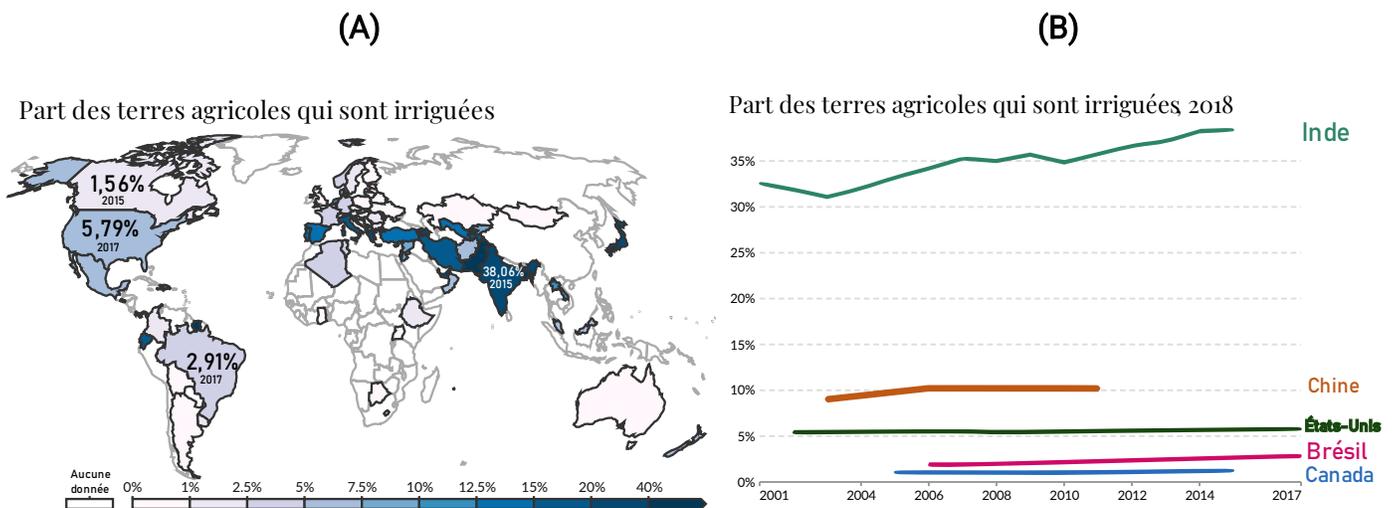
prélèvement	Eau provenant d'une source, qu'elle soit utilisée ou non (Gleick, 2011, p. 221).
eau virtuelle	Quantité d'eau requise pour produire un produit agroalimentaire (y compris l'irrigation, la transformation et l'eau contenue dans le produit final).
commerce de l'eau virtuelle	Quantité d'eau virtuelle qui traverse les frontières internationales par le commerce agroalimentaire.

## 2. Irrigation

L'irrigation est une source d'eau agricole pour les cultures et le bétail à partir de sources stockées (eaux souterraines et réservoirs), de barrages, ou d'eau de surface. L'irrigation compense un manque de précipitations naturelles, assure l'uniformité des niveaux d'humidité des cultures, favorise la croissance de cultures de grande valeur (particulièrement dans le sud de l'Ontario) qui ne prospéreraient pas autrement au Canada. L'irrigation garantit aussi l'eau pour abreuver les animaux.

Comme le montre la Figure 1, une proportion relativement faible des terres agricoles totales du Canada est irriguée (1,56 %); il en va de même pour le Brésil (2,91 %), qui, comme le Canada, est un grand exportateur net d'aliments (Ritchie & Roser, 2017). La proportion des terres agricoles qui sont irriguées aux États-Unis est un peu plus élevée (5,79 %), mais elle est demeurée stable depuis 2001 (tableau B). L'Inde compte parmi les pays dont la proportion des terres agricoles qui sont irriguées est la plus élevée, soit 38,06 %, et cette proportion est passée de 30 % en 2001 à près de 40 % en 2017 (tableau B).

Figure 1. Irrigation dans le monde.

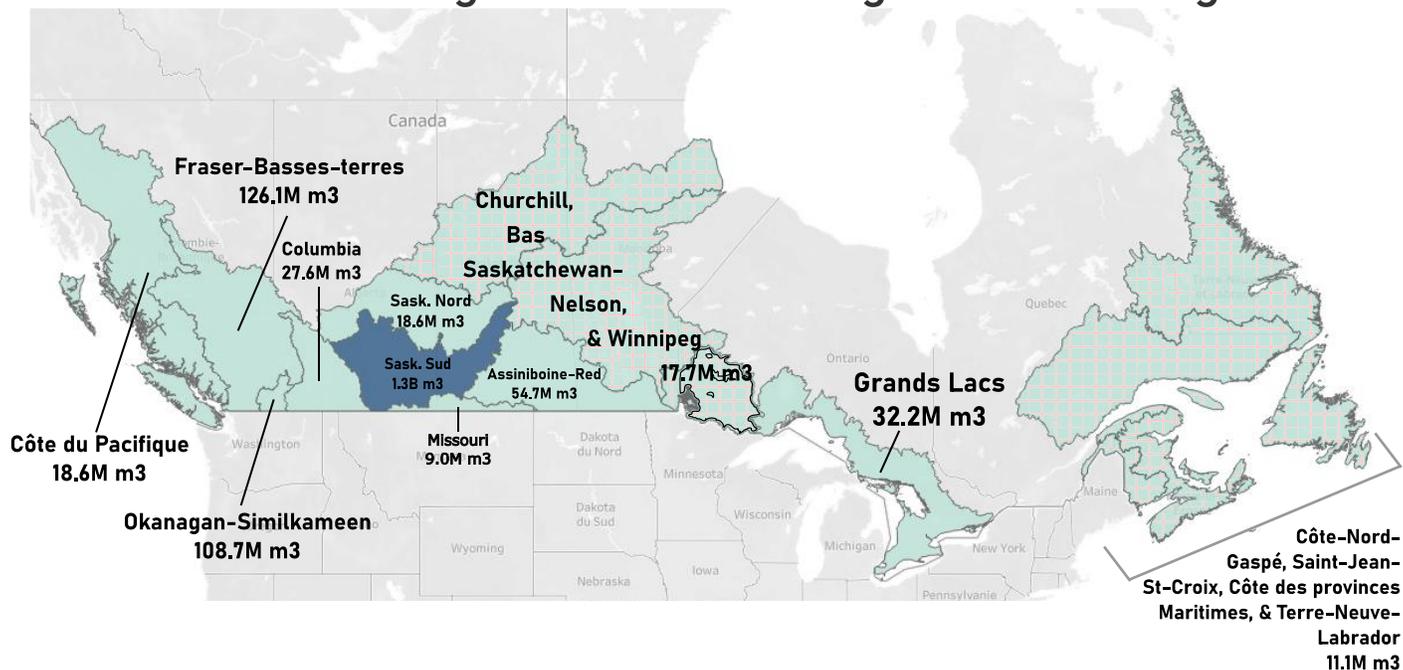


Source: Ritchie, H., & Roser, M. (2017). Water Use and Stress. Our World in Data. <https://ourworldindata.org/water-use-stress>. Images créées à l'interne.

Bien qu'une petite proportion des terres agricoles au Canada soient irriguées, ces terres sont concentrées géographiquement. Les grandes cultures et les cultures fourragères en Alberta et en Saskatchewan sont associées aux volumes d'irrigation les plus importants. Cela peut être attribuable aux climats semi-arides qui existent dans le sud de la Saskatchewan et le centre-sud de l'Alberta. De petites superficies de terres irriguées existent en Ontario et en Colombie-Britannique, principalement pour les cultures horticoles.

Figure 2. Volumes d'irrigation par région de drainage, m<sup>3</sup>, 2020.

## Volume d'irrigation selon la région de drainage



Source de données: Statistique Canada. (2021, 13 décembre). Volume d'irrigation selon la province et la région de drainage (m<sup>3</sup>). Tableau 38-10-0239-01. <https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=3810023901>. Image créée à l'interne.

L'irrigation nécessite des infrastructures comme des pipelines, des canaux, des réservoirs de stockage et de l'électricité. L'Alberta, la province où les volumes d'irrigation sont les plus élevés (Statistique Canada, 2021), compte 12 districts d'irrigation qui gèrent 8 000 kilomètres de pipelines et de canaux pour irriguer 625 000 hectares dans la province (Alberta WaterPortal Society, 2021). L'objectif des districts est de répartir l'eau et d'entretenir l'infrastructure d'irrigation de chaque district (Alberta King's Printer, 2000). Il est estimé que les districts d'irrigation génèrent 5,4 milliards de dollars d'activité économique chaque année, soit 28 % du produit intérieur brut agroalimentaire de l'Alberta (Alberta WaterPortal Society, 2022b).

La Saskatchewan a un système de districts d'irrigation moins important, soit 30 districts couvrant 42 000 hectares (Gouvernement de la Saskatchewan, 2023, sect. 1). Ces districts sont conçus pour offrir et promouvoir des services d'irrigation, assurer une irrigation durable et gérer les infrastructures d'irrigation (The Irrigation Act [L'Acte de l'irrigation], 2020, art. 2(9)). Le Centre Canada-Saskatchewan de recherche sur la diversification de l'irrigation (CRDI) existe près du village d'Outlook, en Saskatchewan, pour promouvoir l'irrigation comme moyen de cultiver des cultures de grande valeur comme les haricots secs et les pommes de terre de semence (Agriculture et Agroalimentaire Canada, 2019).

### 2.1. Ressources en eau douce

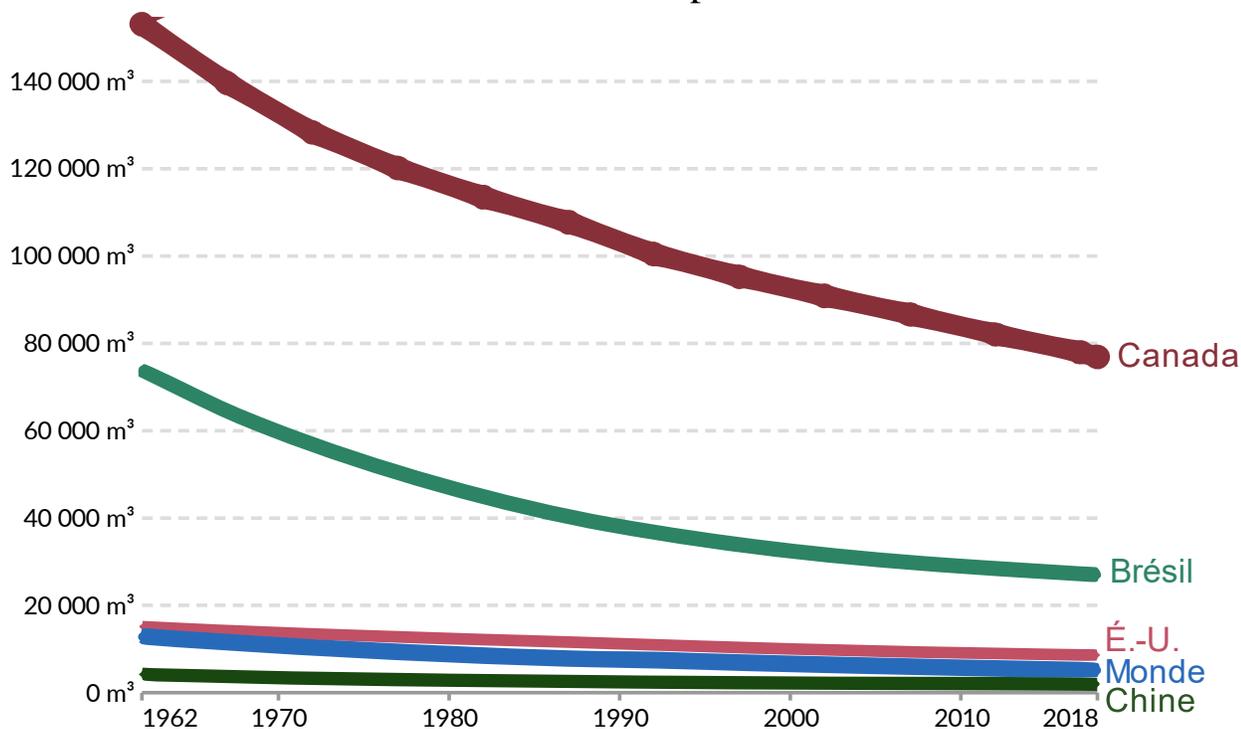
Dans le secteur de l'agriculture, l'eau douce (souterraine ou de surface) est utilisée notamment pour l'irrigation des cultures et l'abreuvement du bétail (Gleick, 2011, p. 221). À l'échelle mondiale, environ 70 % des prélèvements totaux d'eau douce sont destinés à l'agriculture (Gleick, 2014, p. 5). Le secteur agricole canadien affiche l'un des taux de prélèvement les plus bas au monde : 12 % de tout prélèvement d'eau douce est destinée vers l'agriculture au Canada, contre 41 % aux États-Unis et 55 % au Brésil, autre grand exportateur net d'aliments (*ibid.*). Ce qui est particulier dans le secteur de l'agriculture, c'est que la majorité des prélèvements d'eau ne sont pas retournés à la source, contrairement à d'autres secteurs comme l'énergie et la fabrication (Environnement et Changement climatique Canada, 2017).

L'irrigation est étroitement liée au rendement et à la production dans le monde (Ritchie & Roser, 2017) et est généralement plus importante dans l'hémisphère Sud. Malgré des proportions relativement faibles de terres agricoles qui sont irriguées, le Canada et les États-Unis ont affiché des niveaux de production et de rendement élevés et ont toujours été des exportateurs nets de produits alimentaires. Le Brésil, autre grand exportateur net d'aliments, a un taux élevé d'utilisation d'eau douce en agriculture.

Les niveaux élevés de production alimentaire dans ces pays (malgré les faibles niveaux d'irrigation) peuvent être liés à des niveaux élevés de disponibilité de l'eau douce. Le Canada affiche l'un des niveaux les plus élevés de ressources renouvelables en eau douce au monde (76 897 m<sup>3</sup>/personne/année en 2018), comparativement à 8 622 m<sup>3</sup>/personne/année aux États-Unis et à la moyenne mondiale de 5 658 m<sup>3</sup>/personne/année (Ritchie & Roser, 2017). Une chose que les statistiques de l'eau par habitant ne révèlent pas, c'est si l'eau est répartie équitablement dans la population d'un pays donné.

Figure 3. Ressources renouvelables en eau douce par habitant.

### Ressources renouvelables en eau douce par habitant

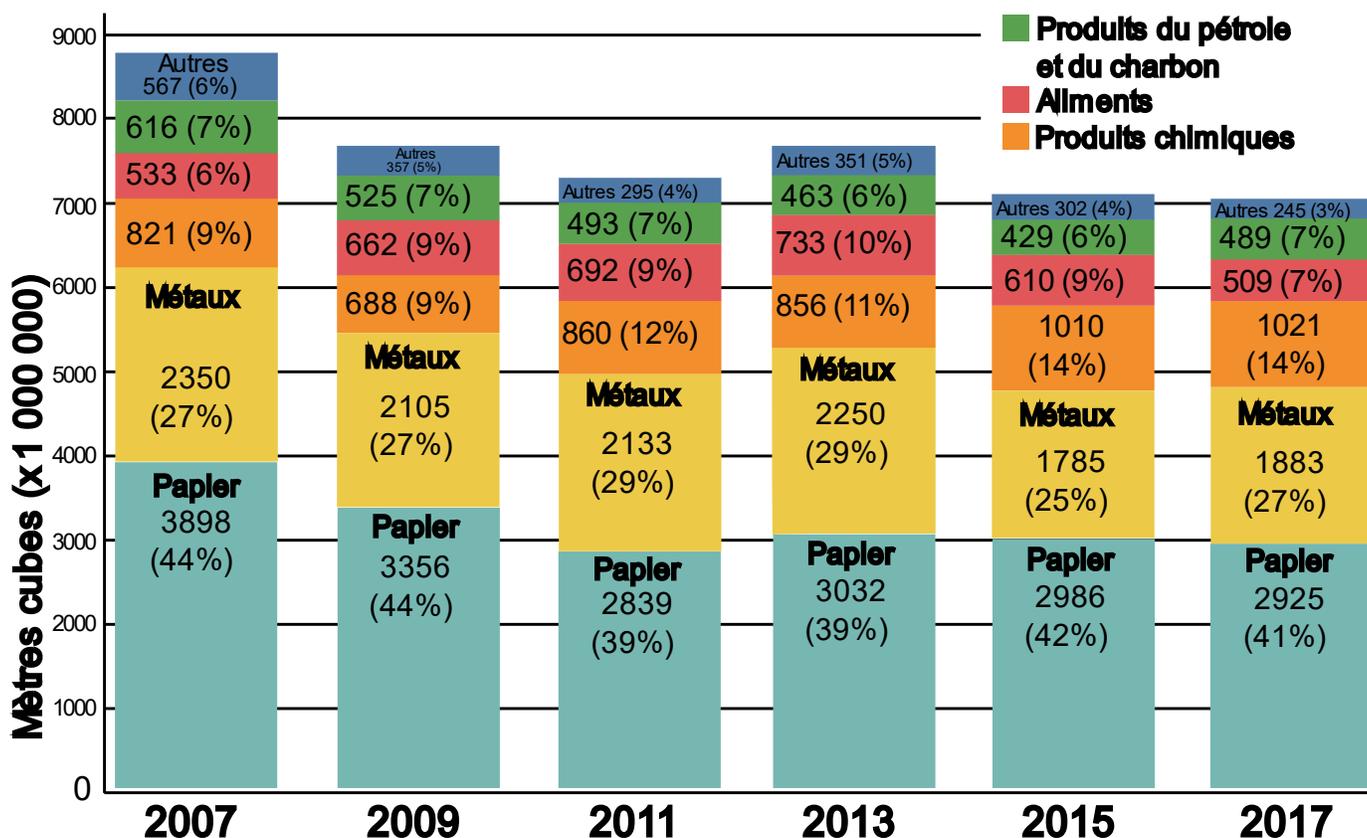


Source: Ritchie, H., & Roser, M. (2017). Water Use and Stress. Our World in Data. <https://ourworldindata.org/water-use-stress>.  
Image créée à l'interne.

### 3. Transformation des aliments au Canada

L'eau agricole comprend non seulement l'eau pour les cultures et l'abreuvement du bétail, mais aussi tout le secteur de la transformation des aliments. La Figure 4 montre que l'apport en eau pour la transformation des aliments (segments rouges) représente une portion relativement faible (7 % en 2017) de l'ensemble de l'apport en eau à des fins de fabrication. En outre, la plus grande source d'approvisionnement en eau pour la transformation des aliments est l'eau douce municipale (bleu foncé), suivie de l'auto approvisionnement en eau de surface (Statistique Canada, 2023). Les deux figures révèlent que la consommation totale d'eau pour la fabrication des aliments a diminué depuis 2013, passant de 733 millions de mètres cubes à 509 millions de mètres cubes en 2017. Cela peut s'expliquer par l'adoption de technologies par les grands transformateurs alimentaires qui leur permettent de réduire leur consommation totale d'eau au cours des dernières années sans diminuer leur production, comme dans le cas de Kraft Heinz et des Aliments Maple Leaf (Maple Leaf Foods, 2021). La plupart des grandes entreprises de fabrication de produits alimentaires ont également établi des objectifs de gains d'efficacité de l'utilisation de l'eau et travaillent à les atteindre de diverses façons, notamment en fermant les systèmes d'alimentation en eau pendant les heures sans production et les heures sans assainissement (Maple Leaf Foods, 2021, p. 105), en réduisant l'irrigation par l'adoption de cultures tolérantes au stress hydrique (Maple Leaf Foods, 2021, p. 1), ou en captant et en recyclant la vapeur d'eau des friteuses.

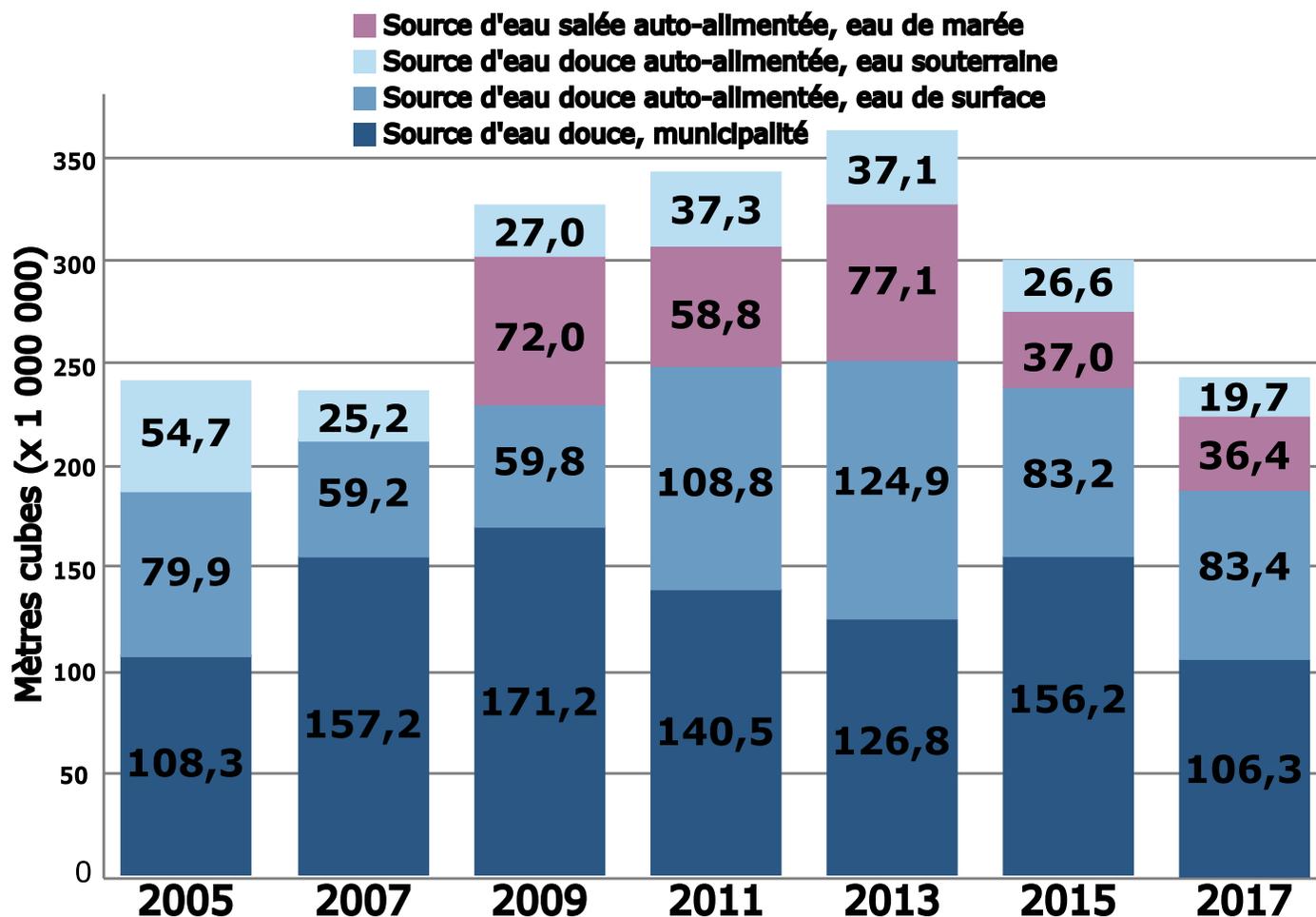
Figure 4. Extraction d'eau par secteur industriel, 1 000 000 m<sup>3</sup> (2005-2017).



Source de données: Statistique Canada. (2023). Prélèvement d'eau dans les industries de la fabrication, selon la source et l'industrie (x 1 000 000). [Tableau 38-10-0040]. [https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=3810004001&request\\_locale=fr](https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=3810004001&request_locale=fr).

Image créée à l'interne.

Figure 5. Sources d'eau par les transformateurs alimentaires au Canada, m<sup>3</sup> (2005-2017).



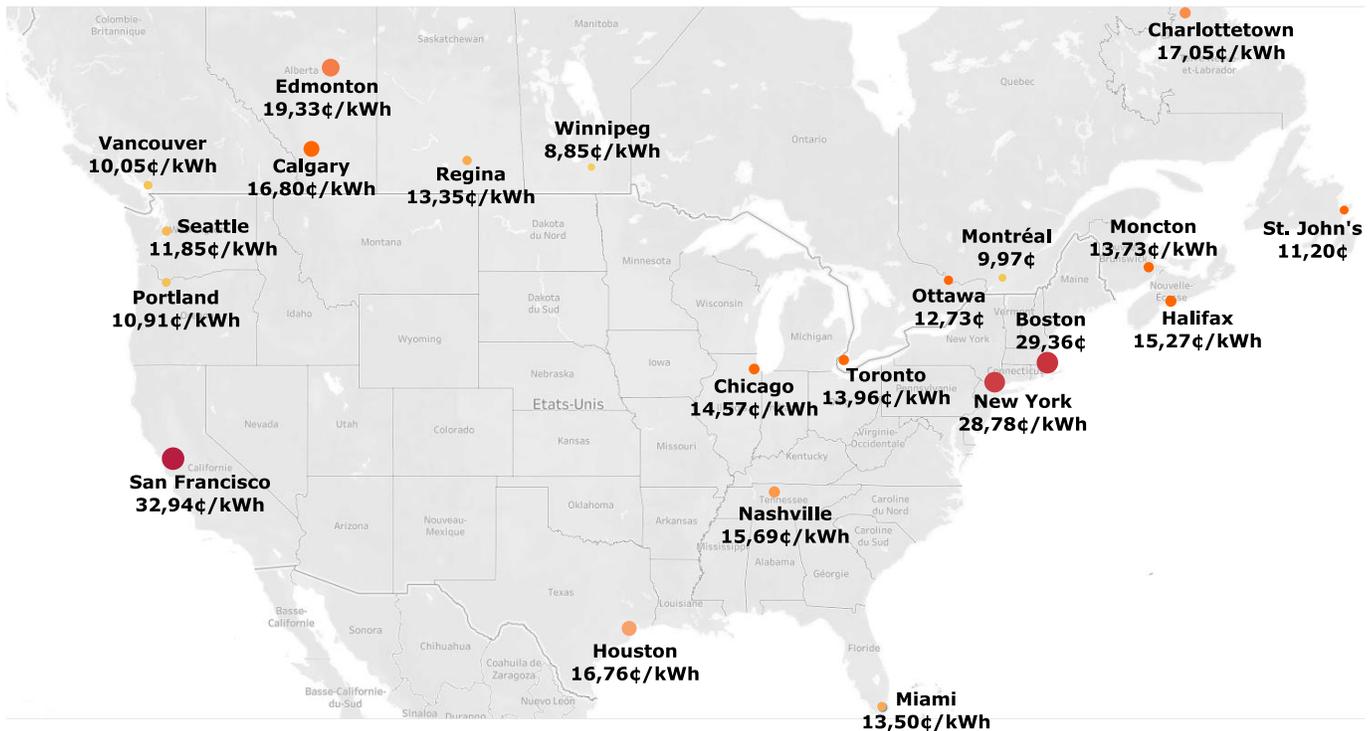
Source de données: Statistique Canada. (2023). Prélèvement d'eau dans les industries de la fabrication, selon la source et l'industrie (x 1 000 000). [Tableau 38-10-0040]. [https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=3810004001&request\\_locale=fr](https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=3810004001&request_locale=fr).  
Image créée à l'interne.

### 3.1. Hydroélectricité

Si l'eau est un intrant important dans la transformation des aliments, un autre intrant important est l'électricité. Le Canada jouit d'un avantage comparatif grâce à sa grande capacité de production hydroélectrique, ce qui se traduit par des coûts d'électricité peu élevés. Par conséquent, les usines de transformation des aliments du Canada (en particulier celles de l'est du Canada) ont les coûts d'exploitation les plus bas en Amérique du Nord (The Boyd Company, 2016, p. 1, 4). Les coûts moyens d'électricité pour les consommateurs de moyenne puissance (la moyenne des puissances de 500 à 2 500 kilowatts) sont présentés ci-dessous. Les tarifs d'électricité les plus bas sont au Québec, à 9,97 cents le kilowattheure (Montréal).

Juste de l'autre côté de la frontière, Boston et New York ont des tarifs d'électricité parmi les plus élevés, soit près de 30 cents le kilowattheure (Hydro-Québec, 2022).

Figure 6. Tarifs d'électricité moyens pour les clients de moyenne puissance, 2022.



Source de données: Hydro-Québec. (2022). Comparaison des prix de l'électricité dans les grandes villes nord-américaines 2022.

<https://www.hydroquebec.com/data/documents-donnees/pdf/comparaison-prix-electricite.pdf?v=2022>

Image créée à l'interne.

Les faibles coûts d'électricité font du Canada un endroit attrayant pour les investissements dans l'industrie de la transformation des aliments. Par exemple, Roquette, une entreprise française, a choisi le Manitoba comme emplacement de la plus grande usine de transformation de pois au monde, en partie en raison de l'accès à l'hydroélectricité et à l'eau durables, qui sont utilisées en abondance pour extraire les protéines des pois (Food Processing Technology, 2018). D'après certains transformateurs d'aliments nord-américains, l'eau et l'électricité sont les piliers de la compétitivité du secteur agroalimentaire canadien. La carte démontre que la région des Grands Lacs est la plus compétitive sur le plan des tarifs d'électricité au Canada.

L'eau est une ressource renouvelable, ce qui fait de l'hydroélectricité une source d'énergie durable à faible émission de carbone. Toutefois, l'eau n'est renouvelable et disponible que si elle est bien gérée. La production d'hydroélectricité exige des investissements importants, comme des barrages, des kilomètres de conduites et du capital humain. Une gestion prudente des ressources — tant naturelles que bâties — sera nécessaire pour veiller à ce que le Canada conserve son avantage concurrentiel de faibles coûts d'hydroélectricité.

**« Cette hausse des tarifs d'électricité [basés sur l'inflation] n'est pas viable, ça fait moins d'argent pour les investissements à court et à moyen terme de nos entreprises, pour la recherche et développement, et pour les dépenses liées à l'environnement. De plus, cette hausse rend nos entreprises moins concurrentielles par rapport au reste du Canada et à l'international. »**

— Dimitri Fraeys, CTAQ

*Pour en savoir plus, lire le rapport Perspective « L'eau, source d'inquiétude chez les producteurs et les transformateurs du Québec » de Nicolas Mesly. D'autres études de cas suivront dans cette série.*

## 4. Empreinte de l'eau virtuelle

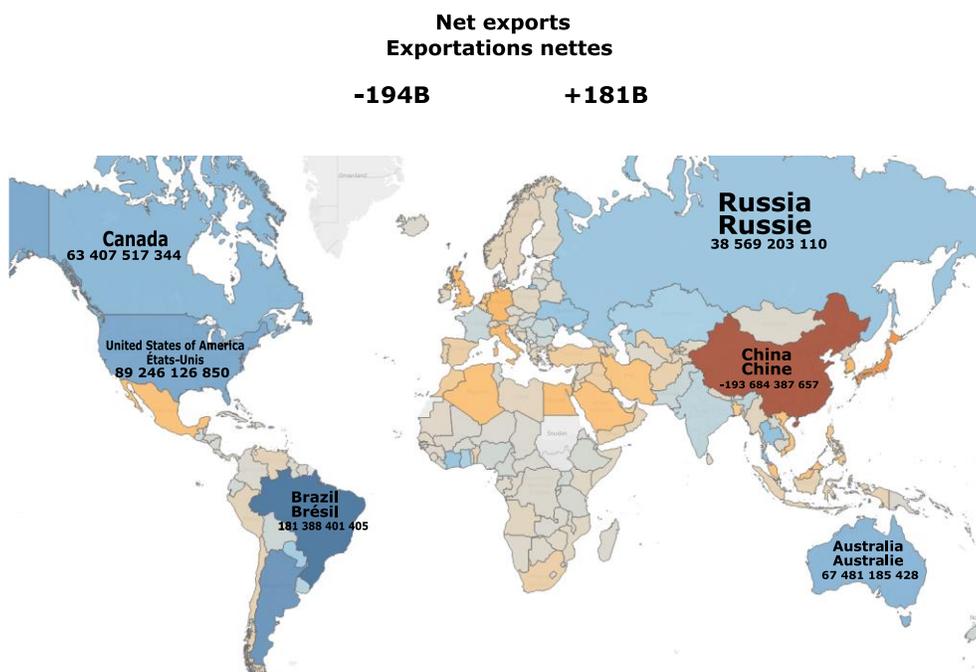
Le concept de l'empreinte de l'eau est fondé sur la quantité d'eau « utilisée » par une industrie ou une activité donnée, comme la production alimentaire, et donc implicitement intégrée dans les produits. L'eau virtuelle représente la teneur en eau du produit final ainsi que l'eau utilisée dans le processus de production et incorporée dans le produit.

Par exemple, l'empreinte eau moyenne mondiale du maïs est de 1 222 litres par kilogramme; l'empreinte eau moyenne mondiale des arachides (en coque) est d'environ 2 782 litres par kilogramme.

Le concept d'empreinte de l'eau virtuelle peut être particulièrement utile lorsqu'on examine le commerce agroalimentaire pour avoir une idée des bilans hydriques mondiaux. À l'aide de l'exemple ci-dessus, un pays qui exporte 1 kg de maïs et importe 1 kg d'arachides est un importateur net de 1 560 litres d'eau virtuelle (2 782 L - 1 222 L), ce qui représente les ressources hydriques nationales économisées en important l'aliment plutôt qu'en le produisant.

La carte montre que le Canada est un petit exportateur net d'eau virtuelle : 63 milliards de mètres cubes, comparativement à 181 milliards de mètres cubes pour le Brésil, le plus grand exportateur net d'eau virtuelle au monde. En revanche, la Chine – un grand producteur, mais aussi un grand importateur net de produits agroalimentaires – est l'importateur net le plus important d'eau virtuelle au monde, avec une importation de 193 milliards de mètres cubes (ibid.). Les États-Unis, un producteur et un exportateur important sont également un exportateur net d'eau (89 milliards de mètres cubes) (ibid.). La plupart des pays d'Europe sont des importateurs nets d'eau, à l'exception de la France (6,5 milliards de mètres cubes exportés) (ibid.).

Figure 7. Exportations nettes d'eau virtuelle, m<sup>3</sup> (cultures : 2016; produits animaux : 2020<sup>1</sup>)



Source de données: (Water to Food, (2021). Base de données CWASI. <https://www.watertofood.org/download>.  
Image créée à l'interne.

<sup>1</sup> Les chiffres les plus récents tirés de la base de données CWASI étaient ceux de 2016 pour les produits végétaux et de 2020 pour les produits d'origine animale. Les données de 2016 et de 2020 sont donc additionnées pour créer la carte, qui a été établie à l'interne à l'aide de Tableau, un logiciel de visualisation des données.

Le Canada est un exportateur net d'eau virtuelle en raison de ses importantes exportations de canola et de blé. Le Brésil, plus grand exportateur net d'eau virtuelle, exporte principalement du soja (45 % de toutes les exportations d'eau virtuelle), suivi du maïs (13 %), des « aliments de luxe », principalement du sucre et du café (21 %), et des céréales (14 %) (FAO, 2022). Les exportations virtuelles d'eau des États-Unis sont sous forme de soja (33 %), de blé (17 %), de maïs (12 %) et de viande (12 %).

La Chine, le plus grand importateur d'eau virtuelle au monde, l'importe sous forme de soja (60 %), suivi de céréales (13 %) et de graines (par exemple, les graines de tournesol, graines de moutarde, et cetera) et des huiles végétales (12 %) (*ibid.*).

Pour mesurer l'empreinte eau des produits de base, l'UNESCO a publié des mesures en volume d'eau par poids de production; plus petit est « meilleur » si l'objectif est la conservation de l'eau (Mekonnen & Hoekstra, 2010a). La production de bœuf occupe le premier rang au chapitre de la consommation d'eau (15 415 litres par kilogramme de viande), tandis que les céréales et les oléagineux se trouvent dans les six derniers rangs, à 2 364 et 1 644 litres par kilogramme (*ibid.*). La viande de mouton se classe au deuxième rang, avec une empreinte eau de 10 411 litres par kilogramme.

Les empreintes hydriques élevées de la viande bovine et de mouton s'expliquent par l'efficacité défavorable de la conversion des aliments: ces animaux nécessitent une quantité relativement élevée d'intrants (aliments quotidiens par animal) par kilogramme de viande produits annuellement par animal (Mekonnen & Hoekstra, 2010, pp. 5, 12). Les valeurs de l'empreinte de l'eau varient également d'un pays à l'autre en fonction des besoins en eau des cultures et des modèles d'exploitation du bétail: pâturage, industriel ou mixte. Le pâturage est considéré comme le système d'élevage préféré, car il présente une empreinte hydrique bleue (eaux de surface et eaux souterraines) et grise (eaux polluées) bien inférieure à celle du système industriel (*ibid.*, p.24). L'Australie, connue pour ses exportations de viande de mouton et de chèvre, fait paître presque la totalité de ses moutons et chèvres (Mekonnen & Hoekstra, 2010, tbl. 4).

Figure 8. Empreinte de l'eau par produit.

Article	Mètres-cube par tonne courte
Cultures sucrières	197
Légumes	322
Racines amylacées	387
Fruits	962
Céréales	1 644
Cultures oléagineuses	2 364
Légumineuses	4 055
Noix	9 063
Lait	1 020
Oeufs	3 265
Viande de poulet	4 325
Viande de chèvre	5 521
Beurre	5 553
Viande de porc	5 988
Viande de mouton	10 411
Viande bovine	15 415

Source: (Mekonnen & Hoekstra, 2010b). Water footprint of crop and animal products: a comparison [L'empreinte de l'eau dans les cultures et les produits animaliers: une comparaison]. <https://waterfootprint.org/en/water-footprint/product-water-footprint/water-footprint-crop-and-animal-products/>

## 5. Surveillance de l'eau au Canada

En matière de sécurité alimentaire et nationale, il est essentiel qu'un pays surveille la qualité et la quantité de l'eau, tant souterraine que de surface. L'Indice de performance agroenvironnementale de la qualité de l'eau du Canada permet de surveiller la qualité de l'eau sur les terres agricoles par la réalisation de tests de détection d'azote, de phosphore, de coliformes et de pesticides dans l'eau sur les terres agricoles. L'eau analysée peut provenir de l'eau de puits (eaux souterraines), de l'eau potable (d'origine souterraine ou de surface) ou des lacs et des rivières (eaux de surface). L'Indice de la qualité de l'eau a généralement diminué au fil du temps, passant de 92 (« souhaitable ») en 1981 à 74 (« bon ») en 2011. (L'indice global de la qualité de l'eau n'a été mis à jour qu'en 2011 parce que les données sur les pesticides, l'une des composantes, ne sont pas disponibles pour 2016 en raison d'un retard dans les données exclusives utilisées dans le modèle.) Pour une analyse plus détaillée de l'azote et du phosphore, voir la section « 5.3. Utilisation agricole de l'azote et du phosphore ».

Figure 9. Indice de la qualité de l'eau.



Source: [Agriculture et Agroalimentaire Canada. \(2016\). L'agriculture écologiquement durable au Canada : Série sur les indicateurs agroenvironnementaux – Rapport numéro 4.](https://agriculture.canada.ca/fr/environnement/indicateurs-agroenvironnementaux/lagriculture-ecologiquement-durable-au-canada-serie-indicateurs-agroenvironnementaux-rapport-numero)  
[https://agriculture.canada.ca/fr/environnement/indicateurs-agroenvironnementaux/lagriculture-ecologiquement-durable-au-canada-serie-indicateurs-agroenvironnementaux-rapport-numero.](https://agriculture.canada.ca/fr/environnement/indicateurs-agroenvironnementaux/lagriculture-ecologiquement-durable-au-canada-serie-indicateurs-agroenvironnementaux-rapport-numero)

### 5.1. Qualité et quantité de l'eau souterraine

L'eau souterraine est l'eau sous la surface du sol, comme l'eau dans les puits et les aquifères. Les provinces surveillent la qualité et la quantité des eaux souterraines, habituellement à l'échelle du bassin hydrographique.

L'importance de la surveillance des eaux souterraines au Canada a été soulignée lors de la crise de Walkerton, en Ontario, en 2000. Une combinaison de fumier et de fortes pluies printanières a entraîné le ruissellement, la contamination de l'eau potable de la ville et la mort de sept personnes. Compte tenu de la gravité de ces conséquences, on ne saurait trop insister sur l'importance de la surveillance des eaux souterraines.

Le réseau de surveillance des eaux souterraines de la Colombie-Britannique comprend 226 puits (appartenant pour la plupart au gouvernement), dont certains sont surveillés depuis 1961. En 2019, on a constaté que le niveau des eaux souterraines diminuait rapidement dans 9 % des puits (Environmental Reporting BC, 2019). Dans le bassin hydrographique de l'Okanagan, 55 % de l'eau est utilisée à des fins agricoles. En réponse à la demande croissante d'eau, le Water Supply and Demand Project de l'Okanagan a été lancé de 2005 à 2010. Ce projet a permis de développer des modèles d'exploitation d'eau à usage agricole non seulement pour l'Okanagan, mais aussi pour les vallées de Similkameen, de Nicola et du bas Fraser.

Le réseau d'observation des eaux souterraines de l'Alberta comprend environ 250 puits qui sont entretenus par le personnel d'Environnement Alberta (Alberta WaterPortal Society, 2022a). Le gouvernement, avec l'aide de partenaires, recueille des échantillons d'eau souterraine et d'eau de surface et les résultats des analyses sont compilés et donnent lieu à un indice de risque qui peut être consulté dans l'atlas des ressources en terres agricoles dans ArcGIS. Le risque lié à la qualité de l'eau est composé de mesures de l'inventaire du bétail, de la production végétale, de l'utilisation agrochimique, de la vulnérabilité des aquifères et des niveaux d'humidité (*ibid.*).

Un conflit important est survenu en Alberta au sujet de la contamination des eaux souterraines liée à l'industrie pétrolière et gazière. Les préoccupations sont concentrées dans la partie sud-est de la province, où les puits de méthane de houille (MH) sont courants (Mesly, 2007). Le méthane qui s'échappe des puits de MH, lorsqu'il est dissous dans l'eau potable, est hautement inflammable et on soupçonne qu'il cause des décès chez le bétail. Le méthane est omniprésent dans les eaux souterraines peu profondes de l'Alberta, les concentrations augmentant

avec la profondeur du puits (Humez et coll., 2016). Plus de 600 000 Albertains dépendent des eaux souterraines pour leur approvisionnement en eau potable, et la plupart des propriétaires fonciers ont au moins un puits de pétrole ou de gaz sur leur propriété (Alboiu & Walker, 2019), même si ce ne sont pas tous des puits de MH.

Les eaux souterraines de la Saskatchewan sont surveillées par la Water Security Agency (WSA) [l'Agence de la sécurité de l'eau] de la Saskatchewan par l'intermédiaire du *Groundwater Level Observation Well Network* (Saskatchewan Water Security Agency, 2022b). La WSA exploite également 72 barrages en Saskatchewan pour s'assurer qu'il y a suffisamment d'eau disponible pour les utilisations agricoles, municipales et industrielles (Saskatchewan Water Security Agency, 2022a).

Les eaux souterraines du Manitoba sont surveillées par le ministère de l'Environnement, du Climat et des Parcs (Manitoba Environment, Climate and Parks, 2022). Dans un rapport de 2019, on a constaté que 16 % des puits dans les régions rurales du Manitoba avaient dépassé la concentration maximale de nitrate recommandée (Manitoba Sustainable Development, 2019).

Le Réseau provincial de contrôle des eaux souterraines (RPCES) de l'Ontario est un réseau de puits de la province dont le niveau et la qualité de l'eau sont évalués (Ontario, 2022a). Les données sont accessibles au public sur le site Web du gouvernement provincial (Ontario, 2022d). La carte ci-dessous montre l'emplacement des puits du réseau : la plupart sont situés sur des terres publiques (426) et certains sur des terres privées (95) (*ibid.*). Les 36 offices de protection de la nature de l'Ontario sont responsables de la collecte des données, de l'entretien des puits et de la surveillance de l'équipement sur leur territoire (Nottawasaga Valley Conservation Authority, 2020a).

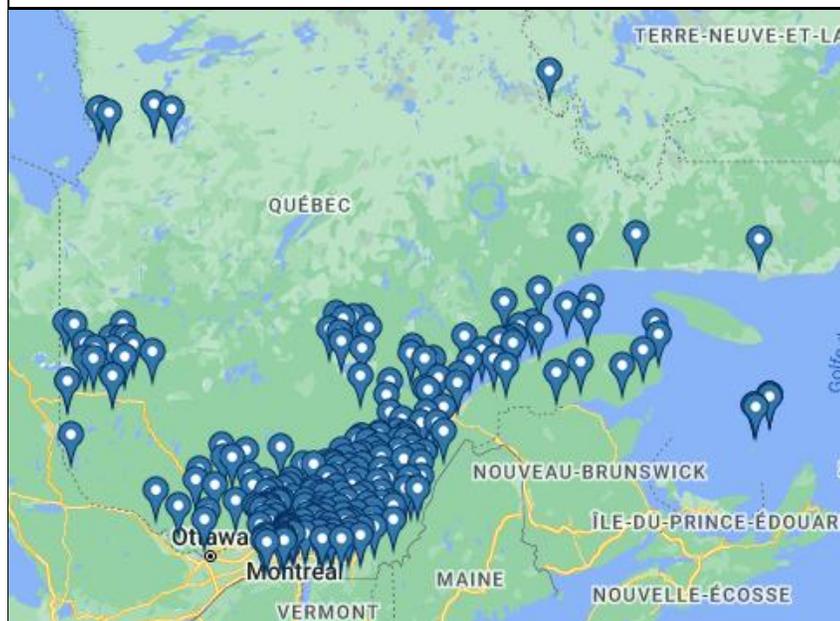
Figure 10. Puits de Réseau provincial de contrôle des eaux souterraines de l'Ontario.



Source: Ontario. (2022a). Carte du Réseau provincial de contrôle des eaux souterraines. Ontario.ca.  
<http://www.ontario.ca/fr/page/carte-du-reseau-provincial-de-contrôle-des-eaux-souterraines>.

Le réseau de suivi des eaux souterraines du Québec compte 263 puits (illustrés ci-dessous), principalement dans la région sud de la province, près du fleuve Saint-Laurent (Québec, 2022). Le ministère de l'Environnement, avec l'aide de l'Institut national de la recherche scientifique (INRS, un institut de recherche universitaire du Québec), présente régulièrement des rapports sur la région du fleuve Saint-Laurent (*ibid.*). À l'occasion, le Ministère mène des études spéciales sur la qualité de l'eau dans les zones agricoles; par exemple, une étude de 2004 a révélé que la concentration de nitrates était plus élevée dans les eaux souterraines des zones agricoles intensives que dans les eaux souterraines des zones d'intensité modérée (Rousseau et coll., 2004, p. 9).

Figure 11. Réseau de suivi des eaux souterraines du Québec.

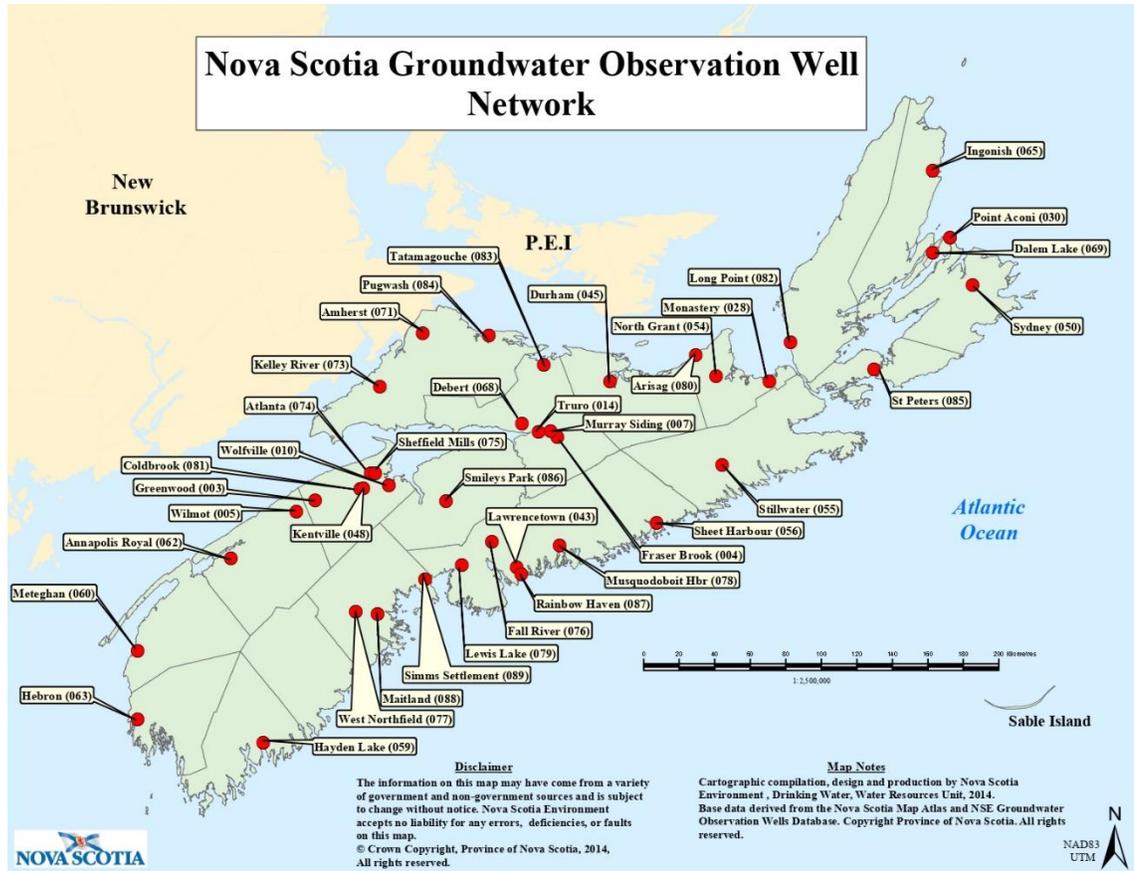


Source: Québec. (2022). Réseau de suivi des eaux souterraines du Québec.  
<https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/piezo/index.htm>

Le ministère de l'Environnement du Nouveau-Brunswick surveille la quantité et la qualité des eaux souterraines et présente des rapports en utilisant les données de 8 786 puits d'eau à usage domestique forés depuis 1994 ((Ministère de l'Environnement du Nouveau Brunswick, 2008, p. iii). Bien que seulement 5 % de la masse terrestre de la province soit considérée comme des terres agricoles et que seulement 2 % de la masse terrestre soit utilisée pour la production végétale (Gouvernement du Nouveau-Brunswick, 2022), certaines recherches ont été effectuées sur la corrélation entre l'agriculture et les nitrates dans les eaux souterraines, en particulier dans les régions où la culture intensive de pommes de terre est pratiquée (Chow et coll., 2011; Richards et coll., 1990).

Le Ministère de l'environnement et du changement climatique de la Nouvelle-Écosse surveille la qualité et la quantité des eaux souterraines et fournit des rapports, des bases de données et des cartes (Nouvelle-Écosse, 2022a). Le réseau de la province compte 40 puits, illustrés ci-dessous (Nouvelle-Écosse, 2022b). Selon le dernier rapport complet disponible sur le site Web, un seul puits dans la province avait des niveaux élevés de nitrate et se trouvait dans une zone agricole (Nova Scotia Environment, 2015). D'autres rapports sont disponibles en ce qui concerne des initiatives et des endroits précis, comme le programme de surveillance des nitrates dans le comté de Kings, la région de la Nouvelle-Écosse où l'agriculture est la plus intensive (Nouvelle-Écosse, 2012).

Figure 12. Réseau des puits d'observation de la Nouvelle-Écosse.



Source: Nouvelle-Écosse. (2022b). Groundwater Observation Well Network [Réseau de puits d'observation de l'eau souterraine]. <https://novascotia.ca/nse/groundwater/groundwaternetwork.asp>

L'Île-du-Prince-Édouard possède un réseau de 14 puits qui sont surveillés afin de vérifier la quantité d'eau souterraine (Île-du-Prince-Édouard, 2022). L'abreuvement du bétail et l'irrigation agricole représentent la plus faible utilisation de l'eau souterraine de la province (5,5 % et 2,2 %), comparativement à 46 % pour l'utilisation résidentielle et 35 % pour l'utilisation industrielle (Île-du-Prince-Édouard, 2019). Bien qu'il n'y ait pas d'initiative gouvernementale ou de rapport portant spécifiquement sur l'agriculture et la qualité de l'eau, des travaux de surveillance et de recherche ont été effectués pour évaluer les liens entre les systèmes de production de pommes de terre et le lessivage de nitrate dans la province, surtout pendant la saison sans croissance (Liang et coll., 2020).

À Terre-Neuve-et-Labrador, environ 5 % des puits forés sont échantillonnés régulièrement (n≈1 310) pour vérifier la qualité de l'eau et les contaminants; les résultats sont affichés en ligne ((Terre-Neuve-et-Labrador, 2020). Il ne semble pas exister de rapports ou d'initiatives propres à l'agriculture à Terre-Neuve-et-Labrador.

## 5.2. Qualité et quantité de l'eau de surface

L'eau de surface désigne un plan d'eau à la surface du sol, y compris les lacs, les rivières, les ruisseaux et les terres humides. Le ruissellement d'éléments nutritifs provenant des champs et des pâturages fertilisés, ainsi que les agents pathogènes provenant des usines de traitement des eaux usées, peuvent s'accumuler dans les plans d'eau de surface pour être extraits ultérieurement, ce qui constitue une menace pour la santé humaine, animale et végétale. L'excès d'éléments nutritifs provenant de l'agriculture et des produits chimiques des municipalités contribue à la croissance des algues bleu-vert dans les bassins hydrographiques du Canada. Voir la section 0, « 5.3. Utilisation agricole de l'azote et du phosphore », pour en savoir plus sur le ruissellement des éléments nutritifs provenant de l'agriculture.

La Colombie-Britannique possède un réseau d'environ 116 sites de surveillance de la qualité des eaux de surface, dont 40 sont réputés « fédéraux-provinciaux » et 76 font partie du réseau de surveillance des lacs de la Colombie-Britannique (Colombie-Britannique, 2022b). Les 76 sites de surveillance des lacs couvrent 53 lacs et sont échantillonnés par des bénévoles sous la direction du gouvernement provincial (Colombie-Britannique, 2022a). Un rapport sommaire préparé pour la province concernant les années 2015 à 2020 a montré que la plupart des lacs de la Colombie-Britannique étaient sujets à des proliférations de cyanobactéries nuisibles en raison de leurs ratios d'azote et de phosphore (Larratt Aquatic Consulting, 2020, p. 2). Le lac Quamichan, sur l'île de Vancouver, affichait les niveaux les plus dangereux; ce lac se trouve dans un bassin versant fortement touché par le développement urbain et l'agriculture (Larratt Aquatic Consulting, 2020, p. 21). Dans la vallée de l'Okanagan, la région agricole la plus dense de la Colombie-Britannique, les proliférations d'algues (causées par les eaux usées municipales) dans les eaux de surface sont préoccupantes (Okanagan Water Stewardship Council, 2008, p. 36). La région a donc lancé un programme de subventions pour moderniser les installations municipales, ce qui a entraîné une diminution de 92,5 % des apports de phosphore dans les lacs (*ibid.*). La pollution par le nitrate et le phosphore a été le principal moteur de la création du *Okanagan Basin Water Board* (OBWB) en 1970 (Okanagan Water Stewardship Council, 2019, p. 29). L'OBWB réunit des experts, assure un leadership éclairé en matière de gestion de l'eau et fournit des ressources aux agriculteurs (Okanagan Basin Water Board, 2022).

La Water Security Agency de la Saskatchewan surveille les eaux de surface dans 27 stations d'eau primaires (Saskatchewan, 2022). Les dix rivières de la Saskatchewan ont été échantillonnées de 2019 à 2021 et ont été jugées « bonnes » ou « excellentes ». (Saskatchewan Water Security Agency, 2022a).

Le *Prairie Provinces Water Board* (la Régie des eaux des provinces des Prairies, ou REPP) est un mécanisme de gouvernance fédéral-provincial de longue date qui aide à gérer l'eau partagée entre l'Alberta, la Saskatchewan et le Manitoba. La REPP administre un accord officiel entre les administrations (accord-cadre sur la répartition ou ACR), qui a été signé en 1969. La REPP effectue la surveillance de la quantité et de la qualité de l'eau, un exercice financé par Environnement et Changement climatique Canada (Prairie Provinces Water Board, 2022). La REPP présente chaque année un rapport aux gouvernements, notamment sur la répartition (la quantité d'eau qui doit être transférée de chaque administration à l'administration en aval). La REPP a présenté un rapport sur les tendances à long terme de la qualité de l'eau à 12 tronçons de cours d'eau transfrontaliers, mesurant (entre autres choses) les concentrations d'azote total et de phosphore total dans les rivières (PPWB Committee on Water Quality, 2018).

À la frontière entre l'Alberta et la Saskatchewan, les concentrations d'azote total étaient soit stables (deux rivières) soit à la baisse (une rivière) dans trois des six rivières. Les trois autres rivières ont affiché des concentrations d'azote total à la hausse de 1993 à 2013 (Cold Lake), de 1967 à 2013 (Red Deer) ou de 1970 à 2013 (Saskatchewan Sud) (PPWB Committee on Water Quality, 2018). L'amélioration de la concentration d'azote a été attribuée aux améliorations apportées aux eaux usées à Edmonton en 2001 (*ibid.*). Le phosphore total a diminué ou est demeuré stable aux six endroits (*ibid.*).

L'aire de drainage du fleuve Nelson s'étend sur le Manitoba, la Saskatchewan et l'Alberta et contient 70 % des terres cultivées du Canada (471 000 km<sup>2</sup>) (Direction des sciences et de la technologie de l'eau, 2011, p. 20). D'après l'échantillonnage de 2004-2006, sept des neuf sites hypereutrophes du pays se trouvaient dans la zone de drainage du fleuve Nelson, ce qui signifie que les concentrations de phosphore total se situaient dans la catégorie mesurée la plus élevée : plus de 0,1 milligramme par litre (Direction des sciences et de la technologie de l'eau, 2011, p. 39, 4). En 2016, il a été signalé que les niveaux de phosphore n'avaient pas changé de manière significative depuis 1999. Ce constat était fondé sur des analyses d'eau effectuées à cinq sites du bassin hydrographique du fleuve Nelson, dans le nord du Manitoba : deux sites dans le lac Winnipeg et ses trois principaux affluents (la rivière Saskatchewan, la rivière Rouge et la rivière Winnipeg) (Environnement et Changement Climatique Canada, 2018).

Les lacs des Prairies peuvent être plus sensibles à l'eutrophisation parce que ses eaux sont plus « dures » : elles ont une teneur en soufre plus élevée et une teneur en fer plus faible que les lacs des autres régions de l'Amérique du Nord. Ces attributs favorisent l'accumulation de phosphore dans les sédiments de fond, où il peut ensuite être mobilisé, remonter dans la colonne d'eau et provoquer des proliférations d'algues (Letwas et al., 2014, p. 25).

Le Réseau provincial de contrôle de la qualité de l'eau des cours d'eau de l'Ontario compte environ 338 stations (Ontario, 2022b) qui sont échantillonnées par le personnel de chaque administration de bassin versant (Office de protection de la nature de Nottawasaga Valley, 2020b). Les dernières données disponibles sur les résultats des analyses des eaux de surface datent de 2020 (Ontario, 2022b) et révèlent une préoccupation continue avec la qualité de l'eau des Grands Lacs, car les concentrations d'azote ont augmenté rapidement de 1990 à 2006 (Environnement Canada, 2011). Les lacs Érié et Ontario sont parmi les trois premiers plans d'eau ayant les plus fortes concentrations d'azote au Canada en 2006 (*ibid.*). En 2014, la prolifération d'algues bleu-vert près de Toledo, la ville de l'Ohio la plus proche du lac Érié, a contaminé l'eau potable. Un demi-million de personnes ont été privées d'eau pendant environ 48 heures jusqu'à ce que la ville règle le problème grâce à son système de traitement (Alliance for the Great Lakes, 2019; Sifferlin, 2014a, 2014b). Les autorités de plusieurs bassins versants de l'Ohio dont les cours d'eau se déversent dans le lac Érié ont imposé des limites des niveaux de phosphore contenu dans l'eau, ce nutriment provient de la pollution diffuse des exploitations porcines locales ou des épandages du lisier de porc sur les cultures (Hopkins, 2020).

Les eaux de surface de certaines régions des provinces maritimes ont été contaminées par les excès de phosphore et d'azote. Par exemple, les dix rivières du réseau de surveillance de l'Île-du-Prince-Édouard ont affiché une augmentation constante des concentrations de nitrate malgré une production de pommes de terre relativement stable depuis 2008 (Île-du-Prince-Édouard, 2021). De plus, la culture de la canneberge à Terre-Neuve-et-Labrador a été associée à des pesticides dans les eaux de surface, bien qu'on ait suggéré de poursuivre la mise en œuvre de PGB pour rendre la culture de la canneberge plus durable (Carey, 2017).

### 5.3. Utilisation agricole de l'azote et du phosphore

L'azote et le phosphore sont particulièrement préoccupants parce que ce sont les facteurs qui limitent le plus la croissance des cultures, mais ce sont aussi les contaminants de l'eau qui ont le lien le plus fort avec l'agriculture. L'azote peut s'infiltrer dans les eaux souterraines et contribuer à l'eutrophisation des eaux de surface (Huang et coll., 2017), et peut produire des émissions atmosphériques d'azote. Le phosphore contribue également à l'eutrophisation et à ses symptômes : zones hypoxiques et prolifération d'algues toxiques dans l'eau douce (Canadian Water Network, 2018, p. 10). Par le passé, le phosphore était considéré comme la principale cause de l'eutrophisation, mais cette opinion a été contestée et on sait maintenant que l'azote est aussi un facteur important (Burton & Armstrong, 2020).

AAC publie un indice de contamination de l'eau selon une graduation où le chiffre 100 représente aucun risque. Des quatre composantes de l'indice national de l'eau du Canada (azote, phosphore, coliformes et pesticides), c'est l'azote qui a contribué le plus à la diminution de 1981 à 2011, avec une baisse (1981 à 2016) de 88 à 74 (Agriculture et Agroalimentaire Canada, 2021a). Le risque de contamination par l'azote s'est accru le plus en Alberta (bassins des rivières Red Deer et Qu'Appelle), en Saskatchewan et au Manitoba (bassins des rivières Carrot et Saskatchewan Sud) (Agriculture et Agroalimentaire Canada, 2021a, fig. 3). Fait intéressant, la concentration d'azote total a augmenté dans le bassin de la rivière Red Deer, qui s'étend du nord de la Saskatchewan au sud de l'Alberta, de 1967 à 2013 (Comité de la qualité de l'eau de la REPP, 2018, tableaux 1 et 4).

Figure 13. Indice du risque de contamination de l'eau, par composante (AAC).

	1981	1986	1991	1996	2001	2006	2011	2016
<b>Azote</b>	88**	85**	87**	79*	64*	81**	69*	74*
<b>Phosphore</b>	75*	71*	72*	69*	70*	68*	68*	73*
<b>Coliformes</b>	80**	82**	81**	78*	77*	76*	79*	80**
<b>Pesticides</b>	88**	86**	86**	88**	86**	85**	71*	-
<b>*BON (60-79) **SOUHAITABLE (80-100)</b>								

Le phosphore a la cote la plus faible de l'indice de la qualité de l'eau du Canada et n'a jamais figuré dans la catégorie « souhaité » (Agriculture et Agroalimentaire Canada, 2021b). Le sud du Manitoba et le sud de l'Ontario étaient les régions où le risque de contamination de l'eau par le phosphore était le plus élevé (Agriculture et Agroalimentaire Canada, 2021b).

En 2018, le Réseau canadien de l'eau a publié un rapport décrivant les pratiques de gestion bénéfiques (PGB) qui peuvent réduire le ruissellement de phosphore des terres agricoles. Les PGB les plus efficaces étaient la gestion des résidus de culture, le travail de conservation du sol et les cultures de couverture. La plantation de cultures vivaces ou permanentes (comme le foin et les pâturages) a également été reconnue comme une PGB parce qu'elle peut prévenir l'épandage d'engrais phosphatés en premier lieu, évitant ainsi le risque de contamination de l'eau (Veliz et coll., 2022, p. 3).

Du point de vue opérationnel, les agriculteurs sont incités à minimiser l'épandage d'engrais et à en maximiser l'efficacité afin d'augmenter le plus possible la rentabilité. La prévention du ruissellement et du lessivage des nutriments réduit également la nécessité d'un réapprovisionnement futur. Pour y parvenir, les PGB et l'agriculture régénératrice sont de plus en plus mises de l'avant par de grandes entreprises agroalimentaires comme Cargill et General Mills, avec des cibles en matière de biodiversité, de sol et d'eau (Cargill, 2019; General Mills, 2023).

Au Québec, les producteurs doivent produire un rapport annuel sur le phosphore pour être admissibles au financement gouvernemental ou pour participer à des programmes comme Agri-investissement (La Financière agricole du Québec, 2022). En plus des PGB, la plupart des provinces surveillent ou réglementent également l'épandage d'azote, de phosphore ou de fumier. La réglementation de l'épandage du fumier peut avoir été motivée par le décès de sept personnes dans la crise de Walkerton, en Ontario, causé par la bactérie *E. coli* associée au ruissellement du fumier dans une ferme voisine (Salvadori et coll., 2009).

Les restrictions concernant l'azote, le phosphore ou le fumier varient grandement d'une province à l'autre; par exemple, l'Alberta est la seule province qui exige que le fumier soit incorporé après l'épandage (Reid et coll., 2019, tableau 3). La Colombie-Britannique est la seule province qui exige des analyses de sol (*ibid.*). Il existe certaines similitudes entre les provinces : de nombreuses provinces interdisent ou limitent l'épandage de fumier pendant les mois d'hiver (Reid et coll., 2019, tableau 3). Un résumé de la gestion des éléments nutritifs agricoles par province est présenté ci-dessous (*ibid.*).

**PGB**

**Ce fonds [le Fonds bleu annoncé par le premier ministre québécois] servirait entre autres à appuyer les agriculteurs en instaurant des bandes riveraines pour enrayer la pollution diffuse de fertilisants ou de pesticides.**

*Pour en savoir plus, lire le rapport Perspective « L'eau, source d'inquiétude chez les producteurs et les transformateurs du Québec » de Nicolas Mesly. D'autres études de cas suivront dans cette série.*

Figure 14. Résumé des règlements provinciaux sur la gestion des éléments nutritifs.

Prov.	Règlement	Taille de l'exploitation d'élevage	Taux max. d'épandage de P2O5	Autres restrictions liées au phosphore	Référence
C.-B.	Code of Practice for Agricultural Environmental Management, B.C. Reg 8/2019	Superficie de l'exploitation agricole > 5 hectares; située dans une zone d'alimentation de la nappe phréatique vulnérable; analyse de nitrate sur le terrain : 100 kg azote/hectare ou plus	D'ici 2026, limite de la TSP de 300 ppm D'ici 2027, toutes les zones touchées par le phosphore ayant un seuil modifié auront une limite de TSP de 100 ppm	Analyse du phosphore dans le sol tous les 3 ans Aucun épandage dans une zone de précipitations élevées du 1 <sup>er</sup> novembre au 1 <sup>er</sup> février	(British Columbia, 2019; BC Reg 8/2019   Code of Practice for Agricultural Environmental Management, 2019; British Columbia Ministry of Agriculture, 2017; McDougall, 2010)
Alb.	Agricultural Operation Practices Act, RSALB, 2000 Manure Characteristics and Land Base Code, 2006	Grandes EIE (>350 unités d'élevage) nécessitent une approbation	Limites touchant l'azote et la conductivité du sol plutôt que le phosphore	Le fumier est incorporé dans les 48 heures sauf pour le fourrage ou les	(Agricultural Operation Practices Act, 2000; Manure Characteristics and Land Base Code,

		EIE en exploitation avant 2002 exemptées		cultures ensemencées directement Épandage sur terre gelée seulement avec permis	2006; Alberta Agriculture and Food, 2007)
<b>Sask.</b>	The Agricultural Operations Regulations (1996)		Aucune limite numérique stricte pour les épandages de phosphore		(Agricultural Operations Regulations, A-12.1 Reg 1, 1996)
<b>Man.</b>	Livestock Manure and Mortalities Management Regulation. Man Reg 62/2008 [Règlement sur la gestion du fumier et de la mortalité du bétail. Règl. du Man. 62/2008]	Aucune exploitation nouvelle ou en expansion (< 5 unités d'élevage) n'est permise dans les régions où le phosphore dans le fumier annuel > 2 x le taux de prélèvements des cultures	Si la teneur en phosphore assimilable Olsen dans le sol est de 60-120 ppm, pas d'épandage > 2 x le taux annuel de prélèvements des cultures Si la teneur en phosphore assimilable Olsen dans le sol est de 120-180 ppm, pas d'épandage > le taux annuel de prélèvements des cultures	Pas d'épandage de phosphore ou d'azote sur les terres situées dans la zone tampon des éléments nutritifs Pas d'épandage du 10 novembre au 10 avril, sous réserve du directeur	(Man Reg 62/2008   Nutrient Management Regulation   CanLII, 2008; Livestock Manure and Mortalities Regulation, amendment, 2009)
<b>Ont.</b>	Règl. de l'Ont. 267/03 (articles 52, 92)	Exploitations de > 300 unités nutritives (1 unité nutritive = 55 kg de phosphore) doivent se conformer à la réglementation	Épandage de phosphore limité à : • Quantité nécessaire à la culture + 85 kg de phosphate/hectare par 5 ans; ou Prélèvement des cultures + 390 kg de phosphate/hectare par 5 ans	Pour l'exploitation réglementée : • Pas d'épandage où TSP assimilable Olsen > 101 mg/kg Pas d'épandage du 1 <sup>er</sup> déc. au 30 mars ou lorsque la terre est gelée	(Règl. de l'Ont. 267/03, 2003)
<b>Qc.</b>	Règlement sur les exploitations agricoles (2002), Règl. 695-2002 du Québec	Exploitations qui génèrent >1 600 kg de phosphore dans le fumier	Maintien de la saturation en phosphore (P/AI) < 7,6 % pour un sol avec une teneur en argile > 30 % et de < 13,1 % pour un sol avec une teneur en argile < 30 %	Rapport annuel au ministre sur le phosphore Épandage interdit en hiver (1 <sup>er</sup> oct. au 1 <sup>er</sup> avril)	(Règlement sur les exploitations agricoles, 2002)
<b>N.-B.</b>	Loi sur l'élevage du bétail (1998) Règl. 99-32 du Nouveau-Brunswick	PGEN requis pour : • Nouvelles exploitations de > 20 animaux d'élevage ou > 200 volailles Exploitations d'élevage existantes dont l'expansion est multipliée par 10 ou plus	Aucune limite numérique pour la charge en phosphore		(New Brunswick, 2007; Loi sur l'élevage du bétail, 1998; Règl du N-B 99-32   Règlement général, 1999)
<b>T.-N.-L.</b>	Aucune réglementation pertinente			PGB recommandées	(Newfoundland and Labrador, 2022)
<b>NS</b>	Aucune réglementation pertinente			PGB recommandées	(Crozier & Moerman, 2004; Nova Scotia, 2017)
<b>PEI</b>	Aucune réglementation pertinente				(Prince Edward Island, 2018)

ppm, parties par million | EIE, exploitation intensive d'engraissement | TSP, (analyse de la) teneur du sol en phosphore | PGEN, plan de gestion des éléments nutritifs

Source: Reid et al., 2019. (Tbl. 3). Addressing Imbalances in Phosphorus Accumulation in Canadian Agricultural Soils. Journal of Environmental Quality, 48(5), 1156-1166. <https://doi.org/10.2134/jeq2019.05.0205>

# ÉTUDE DE CAS #1: LE QUEBEC

Figure 15. Lac Champlain.



Source: Organisme de bassin versant de la baie Missisquoi. (2014). Gestion transfrontalière des eaux—OBVBM. Organisme de bassin versant de la baie Missisquoi. <https://obvbm.org/territoire/gestion-transfrontaliere-des-eaux/>

La province de Québec est la première productrice de lait et de porcs au pays et 75 % de sa production de grains, notamment de maïs et de soya, est destinée à l'alimentation animale. Mais le développement de l'agriculture ne s'est pas fait sans affecter la qualité des cours d'eau.

« Les deux tiers du phosphore que l'on retrouve dans plusieurs cours d'eau du Québec proviennent des engrais de ferme appliqués dans les champs. L'intensification des élevages au cours des dernières décennies jumelé avec les cultures intensives de maïs et de soya semées et récoltées avec de la machinerie de plus en plus lourde ont provoqué la compaction des sols, ce qui entraîne le ruissellement et l'érosion des sols. Tout cela combiné avec un drainage excessif des terres entraîne des charges élevées certes de phosphore, mais aussi de pesticides, de sédiments, de coliformes dans les ruisseaux, les rivières et les lacs y compris le fleuve Saint-Laurent. », explique Aubert Michaud, chercheur et expert de la qualité des

cours d'eau et nouvellement retraité de l'Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA).

Certains bassins versants sont fortement affectés par la pollution d'origine agricole. C'est le cas du bassin versant de la Baie Missisquoi du lac Champlain qui partage ses eaux entre le Québec et le Vermont, une région touristique prisée des deux côtés de la frontière. La portion québécoise compte 630 entreprises agricoles qui occupent 30 % de ce territoire tandis que l'agriculture au Vermont en occupe 24 %. Ce territoire est parcouru par plusieurs rivières (svp voir la carte). Le problème est que la prolifération des algues bleues (cyanobactéries) due à l'excès de phosphore a transformé la baie et certaines parties du lac en une soupe répugnante pour les quelque 50 000 habitants saisonniers et permanents québécois et vermontois.

En 2002, les gouvernements du Québec et du Vermont ont signé un accord de collaboration afin de diminuer la quantité de phosphore dans le lac pour l'assainir, avec un partage des responsabilités de 40 % pour le Québec et de 60 % pour le Vermont. Des progrès ont certes été réalisés depuis, mais la concentration cible de phosphore de 25 microgrammes par litre d'eau pour prévenir l'eutrophisation du lac n'a jamais été atteinte. L'entente a expiré en décembre 2016 pour être renouvelée par les autorités seulement cinq ans plus tard en 2021, explique Pierre Leduc, président de l'Organisme du bassin versant Baie Missisquoi.

Source: Mesly, Nicolas. *L'eau, source d'inquiétude chez les producteurs agricoles et les transformateurs agroalimentaires du Québec. [Étude de cas]. D'autres études de cas suivront.*

## 6. Gouvernance de l'eau au Canada

L'eau est une responsabilité partagée au Canada. La gouvernance de l'eau est principalement de compétence provinciale, et la gestion des océans et de toutes les eaux sur le territoire domanial (comme les lacs dans les parcs nationaux), les réserves des Premières Nations, le Nunavut et les Territoires du Nord-Ouest relève du gouvernement fédéral (Environnement et Changement climatique Canada, 2016). Les domaines de responsabilité partagée qui exigent un plus grand degré de coopération comprennent les questions nationales importantes liées à l'eau, les questions liées à la santé et notamment, l'agriculture (Environnement et Changement climatique Canada, 2016).

### 6.1. Accord sur les eaux transfrontalières au Canada

Les accords sur les eaux transfrontalières sont nécessaires pour assurer la coopération entre les administrations qui partagent une ressource en eau. Des entités comme la Régie des eaux des provinces des Prairies et la Commission mixte internationale existent pour surveiller les eaux transfrontalières entre les provinces et entre le Canada et les États-Unis. Le tableau ci-dessous contient certains des accords sur les eaux transfrontalières les plus importants qui existent entre les provinces et entre le Canada et les États-Unis.

Figure 16. Engagements relatifs à la qualité et à la quantité de l'eau et accords transfrontaliers, par administration.

Administrations	Frontières	Cibles ou engagements	Accords transfrontaliers	Entités connexes
Canada, États-Unis	Nationales et provinciales	Prévenir ou résoudre les différends, faire des recommandations	Traité des eaux limitrophes (1909)	Commission mixte internationale (découlant du Traité)
Canada, Alberta, Manitoba, Saskatchewan	Provinciales	Qualité : azote, phosphore, pesticides, métaux, ions majeurs, etc.	Accord-cadre sur la répartition (1969)	Régie des eaux des provinces des Prairies
Canada, BC, NWT, Yukon Territory, Alberta, Saskatchewan	Provinciales et territoriales	Recommander des objectifs uniformes pour la qualité et la quantité de l'eau	Entente-cadre sur les eaux transfrontalières du bassin du Mackenzie (1997)	Conseil du bassin du Mackenzie
Canada, United States	Nationales	Neuf indicateurs de la qualité : éléments nutritifs et algues, eau potable, eaux souterraines, produits chimiques toxiques, consommation de poisson, habitat et espèces, répercussions sur les bassins hydrographiques et les tendances climatiques, et plages	Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs (1972)	Gouvernements du Canada et des États-Unis
Ontario, Québec, Illinois, Michigan, New York, Indiana, Minnesota, Ohio, Pennsylvania, Wisconsin	Provinciales, nationales, et étatiques	Superviser le programme de gestion de l'eau de chaque administration	Entente et pacte sur les ressources en eaux durables du bassin des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent (2005)	Les gouverneurs et premiers ministres des Grands Lacs et du Saint-Laurent

Québec, New York, Vermont	Nationales et étatiques	Qualité : phosphore	Entente sur la qualité de l'eau New York-Québec-Vermont (1993)	Groupe de travail sur la réduction du phosphore dans le lac Champlain; Groupe de travail sur la réduction du phosphore dans la baie Missisquoi
Canada (Colombie-Britannique), États-Unis	Nationales	Cibles pour le contrôle des poissons et des inondations, l'infrastructure (ponts, routes, parcs) et la production d'électricité	<i>Columbia River Treaty</i> (1961)	Army Corps of Engineers des États-Unis, Bonneville Power Administration (États-Unis), BC Hydro

Sources:

- (1) ECCC. (2022, septembre 2). Traité Canada-États-Unis sur les eaux limitrophes [Transparence - autre]. <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/organisation/affaires-internationales/parteneriats-pays-regions/amerique-nord/canada-etats-unis-eaux-limitrophes.html>
- (2) Prairie Provinces Water Board. (2021, 24 septembre). *PPWB Water Quality Agreement*. Prairie Provinces Water Board. <https://www.ppwb.ca/surface-water-quality-activities/ppwb-water-quality-agreement-v1>
- (3) Mackenzie River Basin Board. (2022b). *Mackenzie River Basin Transboundary Waters Master Agreement*. Mackenzie River Basin Board. <https://www.mrb.ca/about-us/what-we-do/mackenzie-river-basin-transboundary-waters-master-agreement>
- (4) Binational.net. (2022a). *État des Grands Lacs 2022*. <https://binational.net/fr/2022/07/29/etat-des-grands-lacs-2022/>
- (5) Great Lakes Governors and Premiers. (2023). *Great Lakes Agreement and Compact*. <https://gsqp.org/projects/water-management/great-lakes-agreement-and-compact/>
- (6) Missisquoi Bay Phosphorus Reduction Task Force. (2000). *A division of responsibility between Québec and Vermont for the reduction of phosphorus loads to Missisquoi Bay: The Report of the Missisquoi Bay Phosphorus Reduction Task Force to the Lake Champlain Steering Committee*. Missisquoi Bay Phosphorus Reduction Task Force. [https://www.lcbp.org/wp-content/uploads/2016/10/missbay\\_final.pdf](https://www.lcbp.org/wp-content/uploads/2016/10/missbay_final.pdf)
- (7) British Columbia. (2023). *Columbia River Treaty*. <https://engage.gov.bc.ca/columbiarivertreaty/faqs/>

L'Entente-cadre sur les eaux transfrontalières du bassin du Mackenzie vise le bassin versant du fleuve Mackenzie, qui représente 20 % de la masse terrestre du Canada (Alberta WaterPortal Society, 2014). L'entente-cadre a été signée en 1997 entre la Colombie-Britannique, les Territoires du Nord-Ouest, le Yukon, l'Alberta, la Saskatchewan et le Canada (Mackenzie River Basin Board, 2022b). Son but était de faciliter les accords bilatéraux sur l'eau entre ses membres (*ibid.*). Quatre accords bilatéraux ont été conclus au titre de l'entente-cadre : Alberta/T.N.-O., C.-B./Yukon, C.-B./T.N.-O. et Yukon/T.N.-O. (Mackenzie River Basin Board, 2022a). Le Conseil du bassin du Mackenzie s'est notamment engagé à recommander des lignes directrices uniformes pour la surveillance de la qualité et de la quantité de l'eau, à régler les différends, à se réunir au moins une fois par année et à publier un rapport sur l'écosystème aquatique une fois tous les cinq ans (Governments of Canada, British Columbia, Alberta, Saskatchewan, and the Northwest Territories, 1997, p. 5).

La Régie des eaux des provinces des Prairies (REPP) a été créée en 1948 dans le cadre d'un partenariat entre l'Alberta, la Saskatchewan, le Manitoba et le Canada pour formuler des recommandations sur la gestion et la répartition des eaux transfrontalières (Régie des eaux des provinces des Prairies, 2022). En 1969, l'Accord-cadre sur la répartition des eaux (ACR) a été signé et il a permis de reconstituer la Régie pour l'administration de l'accord et la surveillance du partage et de la gestion équitables des eaux transfrontalières pour ce qui est de 12 tronçons fluviaux traversant les deux frontières provinciales (Régie des eaux des provinces des Prairies, 2021). L'ACR comprend des limites acceptables précises pour les éléments nutritifs, les ions majeurs, les métaux, les pesticides, la radioactivité et d'autres mesures de la qualité de l'eau, avec des limites différentes pour chaque rivière (Prairie Provinces Water Board, 1992).

La Commission mixte internationale (CMI) est la plus grande entité chargée de surveiller les eaux transfrontalières au Canada. Guidée par le Traité des eaux limitrophes de 1909, la Commission est chargée d'approuver les projets touchant l'eau qui traverse la frontière canado-américaine (comme les barrages et les ponts) et de surveiller les problèmes transfrontaliers qui peuvent survenir (CMI, 2018b). La CMI est responsable

de la qualité de l'eau (*ibid.*) et elle a contribué à l'assainissement de l'eau dans le cadre de l'Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs (CMI, 2018a). En novembre 2022, à la suite d'une recommandation de la CMI, le Conseil international du bassin de la rivière Rouge a commencé à surveiller le phosphore et l'azote dans la rivière Rouge et a fixé des cibles pour les niveaux totaux de ces nutriments (CMI, 2022). Cette surveillance supplémentaire et l'adoption des cibles ont été approuvées par les gouvernements du Canada et des États-Unis (*ibid.*).

« C'est la crainte de voir des exportations massives d'eau des Grands Lacs pour abreuver les villes du centre et du sud des États-Unis jusqu'à l'irrigation des terres de la Californie qui est à l'origine de cette entente [entre huit États américains, l'Ontario et le Québec, sous l'égide de la Commission mixte internationale]. »

– Frédéric Lasserre

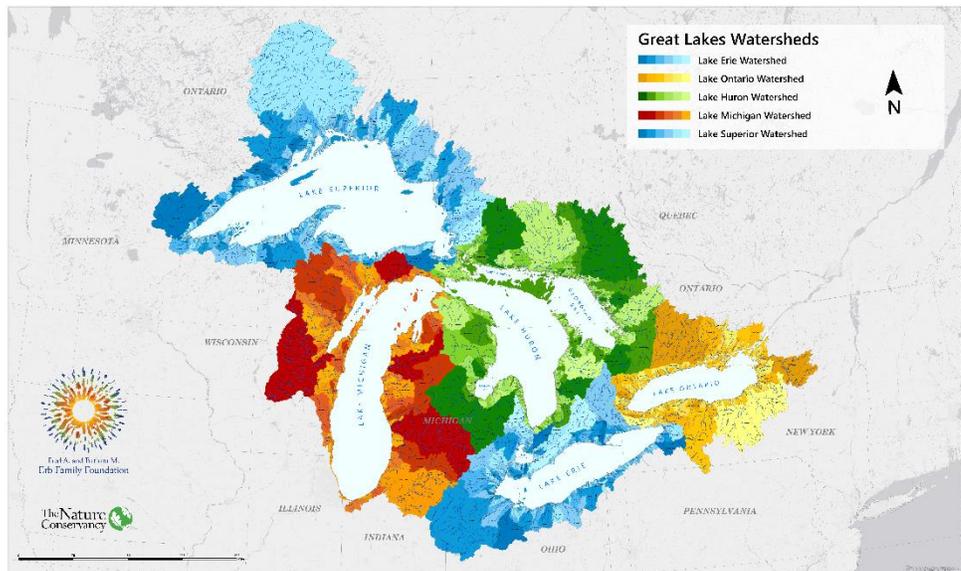
Pour en savoir plus, lire le rapport Perspective

« L'eau, source d'inquiétude chez les producteurs et les transformateurs du Québec » de Nicolas Mesly. D'autres études de cas suivront dans cette série.

L'Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs (AQEGL) a été signé pour la première fois par le Canada et les États-Unis en 1972 (Binational.net, 2022). Les cinq Grands Lacs – Supérieur, Michigan, Huron, Érié et Ontario – sont entourés des provinces de l'Ontario et du Québec et des États du Minnesota, du Wisconsin, du Michigan, de l'Ohio, de la Pennsylvanie et de New York. Les parties à

l'AQEGL surveillent neuf résultats prioritaires dans les cinq Grands Lacs, soit les éléments nutritifs et les algues, l'eau potable, les eaux souterraines, les produits chimiques toxiques, la consommation de poisson, l'habitat et les espèces, les répercussions sur les bassins hydrographiques et les tendances climatiques, ainsi que les plages, et présentent des rapports chaque année à cet égard (Binational.net, 2022). L'AQEGL comprend dix annexes à l'égard desquelles les sous-comités doivent rendre des comptes au Comité exécutif des Grands Lacs (*ibid.*). Les annexes qui touchent le plus l'agriculture sont l'annexe 4 (éléments nutritifs) et l'annexe 8 (eaux souterraines) (*ibid.*).

Dans le dernier rapport de l'AQEGL (juillet 2022), le lac Supérieur a obtenu les meilleurs résultats en ce qui concerne les niveaux d'éléments nutritifs et les proliférations d'algues nuisibles, tandis que le lac Érié a obtenu les pires résultats (Binational.net, 2022, p. 20). Dans le passé, ce lac a été particulièrement touché par une dégradation de la qualité de l'eau due au ruissellement des terres agricoles. Le ruissellement de phosphore provenant du bassin versant de l'ouest du



lac Érié et du corridor Huron-Érié cause des proliférations d'algues nuisibles et de l'hypoxie (manque d'oxygène) dans le lac Érié (Macrae et coll., 2021, p. 530). Dans son premier rapport d'étape triennal, la CMI a notamment recommandé que les gouvernements adoptent des normes exécutoires sur l'épandage d'engrais agricoles et de déchets animaux autour du lac Érié, ainsi que des mesures incitatives pour que les producteurs réduisent le ruissellement de phosphore (CMI, 2017, p. 13). En 2018, le Canada a publié le Plan d'action pour le lac Érié afin de réduire la quantité de phosphore entrant dans le lac, y compris la gestion des nutriments et du fumier, la gestion des sols et le drainage (ECCC, 2018). Des progrès ont été réalisés en ce qui concerne la qualité de l'eau dans le

lac Érié grâce à l'adoption de PGB à la ferme, mais il est possible d'adapter les PGB aux conditions régionales des agriculteurs (Macrae et coll., 2021, p. 530).

Les lacs Huron et Michigan arrivent à l'avant-dernier rang sur le plan des résultats obtenus pour les éléments nutritifs et les proliférations d'algues nuisibles, mais tandis que le lac Érié contient trop de phosphore, ces deux lacs en contiennent trop peu (Binational.net, 2022, p. 20). Une quantité de phosphore inférieure à celle qui est optimale peut faire en sorte qu'il n'y ait pas assez d'algues saines nécessaires pour assurer la santé des écosystèmes lacustres et halieutiques (Binational.net, 2022, p. 19). Cependant, la *Cladophora*, une algue nuisible qui peut causer des éclosions de botulisme, peut persister même dans des environnements à faible teneur en phosphore (Binational.net, 2022, p. 21). La présence de *Cladophora* est excessive dans les lacs Huron et Michigan (*ibid.*). Fait notable, l'initiative « Healthy Lake Huron » a été lancée en 2011 pour améliorer la santé environnementale du lac Huron (Healthy Lake Huron, 2022). Aucune initiative parallèle ne semble exister strictement pour le lac Michigan.

Figure 16. État des Grands Lacs (éléments nutritifs et algues), 2022.

Sous-indicateurs à l'appui de l'évaluation des éléments nutritifs et des algues					
Sous-indicateur	Lac Supérieur	Lac Michigan	Lac Huron	Lac Érié	Lac Ontario
Éléments Nutritifs dans les Lacs	Bon & Inchangée	Passable & Inchangée	Passable & Inchangée	Médiocre & Inchangée	Passable & Inchangée
Efflorescences Algal Nuisibles: littoral & baies	Bon & Indéterminé	Passable & Inchangée	Passable & Inchangée	Médiocre & S'améliore	Bon & Inchangée
Cladophora	Bon & Inchangée	Médiocre & Inchangée	Passable & Indéterminé	Médiocre & Inchangée	Médiocre & Indéterminé

Source: Binational.net. (2022, p. 24). Rapport sur l'état des Grands Lacs 2022. <https://binational.net/fr/2022/07/29/etat-des-grands-lacs-2022/>

À l'est des Grands Lacs se trouve le bassin versant du lac Champlain, qui traverse le Québec et les États de New York et du Vermont (voir la Figure 15 dans la section de l'étude de cas). En 1990, le Lake Champlain Basin Program (LCBP) a été créé pour protéger le lac Champlain, désigné ressource d'importance nationale (Lake Champlain Basin Program, 2021, p. 2). Tous les trois ans, un rapport sur l'état du lac est publié et fournit des mesures sur des indicateurs comme les charges en éléments nutritifs et les contaminants (Lake Champlain Basin Program, 2021, p. 1). Tous les sept ans, un plan d'action (appelé *Opportunities for Action*) est publié et définit les objectifs de restauration et de protection du bassin versant (Lake Champlain Basin Program, 2022a). Le plus récent plan d'action (2022) a pour objectif, entre autres, de mettre en œuvre les recommandations du rapport de 2000 du groupe de travail binational sur la réduction du phosphore dans la baie Missisquoi (Lake Champlain Basin Program, 2022c, p. 38). Le bassin versant de la baie Missisquoi, qui chevauche le Vermont et le Québec, a attiré l'attention en raison des charges en éléments nutritifs plus élevées que dans d'autres bassins versants (Lake Champlain Basin Program, 2022c, p. 28). En 2002, le Vermont et le Québec ont signé une entente visant à réduire conjointement la quantité de phosphore dans le bassin versant de la baie Missisquoi – 40 % pour le Québec et 60 % pour le Vermont (Québec, 2002a) – pour atteindre une cible de 0,025 milligramme par litre de phosphore total dans la baie d'ici 2016 (Québec, 2002b). L'objectif n'a pas été atteint en 2016, mais l'engagement a été renouvelé en 2021 (Lake Champlain Basin Program, 2022b).

## 7. Conclusion

Ce rapport se veut une introduction au sujet complexe de l'utilisation de l'eau par le secteur agricole et agroalimentaire et de la gouvernance du liquide vital au Canada. Le climat, l'abondance de terres fertiles et de l'eau font du pays un joueur clé dans la production alimentaire mondiale. Il est à noter que l'agriculture compte pour une proportion relativement faible des prélèvements d'eau douce au pays, mais que ce secteur a une incidence sur la qualité de cette ressource vitale.

Il est à noter aussi que des programmes gouvernementaux antérieurs, comme le Partenariat canadien pour l'agriculture (PCA) de 2018 à 2023, ont subventionné de nombreux efforts de gestion de l'eau, y compris des remises pour les mares-réservoirs et les puits destinés à une utilisation agricole (Saskatchewan, 2023). La défunte Administration du rétablissement agricole des Prairies (ARAP), dissoute en 2012, a planifié des projets d'infrastructure concernant l'eau de grande envergure, comme des systèmes d'irrigation et des canaux, et a facilité la gestion à la ferme au moyen d'ateliers et d'autres initiatives (Diversification de l'économie de l'Ouest Canada, 2020; PFRA, 1997). Le nouveau Partenariat canadien pour une agriculture durable (PCAD), en vigueur de 2023 à 2028, comprend le Programme des paysages agricoles résilients, qui fournira des fonds, entre autres, pour des initiatives locales de santé des bassins hydrographiques (AAC, 2022; Manitoba Association of Watersheds, 2023). Des pratiques de gestion bénéfiques (PGB), des programmes et des politiques existent à tous les paliers de gouvernement pour améliorer l'approvisionnement en eau et la qualité de l'eau.

Cependant, le Canada n'a pas de stratégie nationale de gestion de l'eau. Sur la question de la gouvernance, les provinces ont diverses approches sur la disponibilité de l'eau, les droits, ou encore sa tarification. Certaines entités administratives provinciales, voire nationales, fournissent des rapports ou analyses plus ou moins pertinents sur la quantité et surtout sur la qualité de l'eau selon leur expertise, leurs ressources humaines et financières. Bien que le secteur agricole et agroalimentaire varie d'une province à l'autre, ce qui est normal vu la grandeur et la géographie du pays, il n'y a pas d'approche globale au regard de cette ressource vitale. Étant donné le rôle que le Canada joue comme pourvoyeur alimentaire sur le plan national comme international – le pays est le 5<sup>e</sup> exportateur agricole au monde (L'Alliance canadienne du commerce agroalimentaire, 2023) – nous croyons qu'une telle stratégie s'impose dans un contexte d'urgence climatique et de géopolitique instable.

## 8. Références

- AAC. (2022, juillet 22). *Réunion annuelle des ministres fédérale, provinciaux et territoriaux de l'Agriculture* [Documents d'information]. <https://www.canada.ca/fr/agriculture-agroalimentaire/nouvelles/2022/07/reunion-annuelle-des-ministres-federale-provinciaux-et-territoriaux-de-lagriculture.html>
- Agriculture et Agroalimentaire Canada. (2016, juillet 11). *L'agriculture écologiquement durable au Canada : Série sur les indicateurs agroenvironnementaux – Rapport numéro 4* [Fiche d'information]. <https://agriculture.canada.ca/fr/environnement/indicateurs-agroenvironnementaux/lagriculture-ecologiquement-durable-au-canada-serie-indicateurs-agroenvironnementaux-rapport-numero>
- Agriculture et Agroalimentaire Canada. (2019, septembre 12). *Centre Canada-Saskatchewan de recherche sur la diversification de l'irrigation* [Description organisationnelle]. <https://agriculture.canada.ca/fr/coordonnees/centre-canada-saskatchewan-recherche-diversification-lirrigation>
- Agriculture et Agroalimentaire Canada. (2021a, juin 3). *Indicateur de l'azote*. <https://agriculture.canada.ca/fr/production-agricole/leau/indicateur-lazote>
- Agriculture et Agroalimentaire Canada. (2021b, juin 3). *Indicateur du phosphore*. <https://agriculture.canada.ca/fr/production-agricole/leau/indicateur-du-phosphore>
- Agriculture et Agroalimentaire Canada. (2022a, avril 29). *Indicateur des pesticides*—Agriculture.canada.ca. <https://agriculture.canada.ca/fr/production-agricole/leau/indicateur-pesticides>
- Agriculture et Agroalimentaire Canada. (2022b, mai 10). *Indicateur des coliformes*—Agriculture.canada.ca. <https://agriculture.canada.ca/fr/production-agricole/leau/indicateur-coliformes>
- Agricultural Operation Practices Act, (2000). <https://open.alberta.ca/publications/a07>
- Alberta Agriculture and Food. (2007). *Nutrient Management Planning Guide*. [https://www1.agric.gov.ab.ca/\\$deparment/deptdocs.nsf/all/epw11920/\\$FILE/nutrient-management-planning-guide.pdf](https://www1.agric.gov.ab.ca/$deparment/deptdocs.nsf/all/epw11920/$FILE/nutrient-management-planning-guide.pdf)
- Alberta WaterPortal Society. (2014, décembre 11). *Alberta WaterPortal | Alberta's Transboundary Water Agreements*. <https://albertawater.com/alberta-s-transboundary-water-agreements/>
- Alberta WaterPortal Society. (2021, août 5). *Why Alberta Irrigation Matters*. <https://albertawater.com/topics/irrigation/>
- Alberta WaterPortal Society. (2022a). *Alberta WaterPortal | Alberta Groundwater Resources*. <https://albertawater.com/alberta-groundwater-resources/>
- Alberta WaterPortal Society. (2022b, février 24). *The Economics of Alberta Irrigation*. <https://albertawater.com/topics/irrigation/the-economics-of-alberta-irrigation/>
- Alboiu, V., & Walker, T. (2019). Pollution, management and mitigation of idle and orphaned oil and gas wells in Alberta, Canada. *Environmental Monitoring and Assessment*, 191, 611. <https://doi.org/10.1007/s10661-019-7780-x>
- Alliance for the Great Lakes. (2019, août 1). *Five Years Later : Lessons From the Toledo Water Crisis. Alliance for the Great Lakes*. <https://greatlakes.org/2019/08/five-years-later-lessons-from-the-toledo-water-crisis/>
- Binational.net. (2022). *État des Grands Lacs 2022*. <https://binational.net/fr/2022/07/29/etat-des-grands-lacs-2022/>
- BC Reg 8/2019 | Code of Practice for Agricultural Environmental Management, (2019). [https://www.canlii.org/en/bc/laws/regu/bc-reg-8-2019/latest/bc-reg-8-2019.html#Part\\_6\\_Collection\\_Storage\\_and\\_Use\\_Requirements\\_78080](https://www.canlii.org/en/bc/laws/regu/bc-reg-8-2019/latest/bc-reg-8-2019.html#Part_6_Collection_Storage_and_Use_Requirements_78080)
- British Columbia. (2019). *Nutrient management planning—Province of British Columbia*. Province of British Columbia. <https://www2.gov.bc.ca/gov/content/environment/waste-management/industrial-waste/agriculture/regulation-requirements/nmp-under-aemcop>
- British Columbia. (2023). *FAQs | Columbia River Treaty*. <https://engage.gov.bc.ca/columbiarivertreaty/faqs/>
- British Columbia Ministry of Agriculture. (2017). *Jurisdictional Scan of Nutrient Management Regulations. Technical Report*, 27.
- Burton, A., & Armstrong, N. (2020). *Setting phosphorus and nitrogen targets to improve water quality*. 20.
- Canadian Water Network. (2018). *Key questions of the science on agricultural phosphorus losses during storm events and beneficial management practices*. <https://cwn-rce.ca/wp-content/uploads/2018/09/2018-Agricultural-phosphorus-losses-during-storm-events-BMPs-Synthesis-document.pdf>
- Carey, R. (2017). *Examination of potential environmental impacts on surface water associated with cranberry farming in newfoundland and labrador and development of best management practices for impact mitigation*. [Master's thesis, Memorial University of Newfoundland]. 166. <https://research.library.mun.ca/13036/1/thesis.pdf>.
- Cargill. (2019, décembre 3). *Cargill expands climate change commitments*. <https://www.cargill.com/2019/cargill-expands-climate-change-commitments>
- Chow, L., King, Z., Benoy, G., Rees, H. W., Meng, F., Jiang, Y., & Daigle, J. L. (2011). Hydrology and water quality across gradients of agricultural intensity in the Little River watershed area, New Brunswick, Canada. *Journal of Soil and Water Conservation*, 66(1), 71-84. <https://doi.org/10.2489/jswc.66.1.71>
- CMI. (2017). *LA QUALITÉ DE L'EAU DANS LES GRANDS LACS*. [https://legacyfiles.ijc.org/tiny\\_mce/uploaded/GLWQA/TAP\\_FR.pdf?\\_ga=2.62614884.972725444.1678114018-1733843495.1678114018](https://legacyfiles.ijc.org/tiny_mce/uploaded/GLWQA/TAP_FR.pdf?_ga=2.62614884.972725444.1678114018-1733843495.1678114018)
- CMI. (2018a, juillet 27). *L'Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs et la CMI*. Commission mixte internationale. <https://ijc.org/fr/quoi/aeqgl-cmi>
- CMI. (2018b, novembre 6). *Le rôle de la CMI*. Commission mixte internationale. <https://ijc.org/fr/qui/role>

- CMI. (2022, septembre 11). *Le Conseil international du bassin de la rivière Rouge surveillera les principaux nutriments afin de réduire l'impact des efflorescences nuisibles dans le bassin de la rivière Rouge*. International Joint Commission. <https://www.ijc.org/en/international-red-river-watershed-board-monitor-key-nutrients-help-reduce-impact-harmful-blooms-red>
- Colombie-Britannique. (2022a). *Lake Monitoring [La surveillance des lacs]*. Province of British Columbia. <https://www2.gov.bc.ca/gov/content/environment/research-monitoring-reporting/monitoring/lake-monitoring>
- Colombie-Britannique. (2022b). *Surface Water Quality Monitoring Sites [Lieux d'observation de la qualité de l'eau de surface]*. <https://governmentofbc.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=0ecd608e27ec45cd923bdcfeefba00a7>
- Crozier, L., & Moerman, D. (2004). *Environmental Regulations Handbook for Nova Scotia Agriculture*. 23.
- Manure Characteristics and Land Base Code, (2006). <https://open.alberta.ca/publications/6921902>
- Direction des sciences et de la technologie de l'eau. (2011). *États et tendances de la qualité de l'eau pour les nutriments dans les bassins versants importants du Canada*. Environnement Canada. <https://publications.gc.ca/site/fra/9.638705/publication.html>
- Diversification de l'économie de l'Ouest Canada. (2020, septembre 17). *Prospérité des Prairies : Une vision de la gestion des ressources hydriques en Saskatchewan et dans les Prairies*. <https://www.wd-deo.gc.ca/fra/20090.asp>
- ECCC. (2022, septembre 2). *Traité Canada-États-Unis sur les eaux limitrophes* [Transparence - autre]. <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/organisation/affaires-internationales/parteneriats-pays-regions/amerique-nord/canada-etats-unis-eaux-limitrophes.html>
- ECCC. (2018, février 22). *Plan d'action Canada—Ontario pour le lac Érié*. <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/protection-grands-lacs/plan-action-visant-reduire-phosphore-lac-erie.html>
- Environmental Reporting BC. (2019). *Long-Term Trends in Groundwater Levels in B.C.* 131.
- Environnement et Changement climatique Canada. (2016, janvier 7). *Législation et gouvernance de l'eau : Une responsabilité partagée [Lignes directrices]*. <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/eau-aperçu/legislation-gouvernance/responsabilite-partagee.html>
- Environnement et Changement Climatique Canada. (2018). *Indicateurs canadiens de durabilité de l'environnement : Éléments nutritifs dans le lac Winnipeg*. [https://publications.gc.ca/collections/collection\\_2018/eccc/En4-144-70-2017-fra.pdf](https://publications.gc.ca/collections/collection_2018/eccc/En4-144-70-2017-fra.pdf)
- Environnement et Changement climatique Canada, E. et C. climatique. (2017, mars 10). *Prélèvement et consommation d'eau par secteur [Recherche]*. <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/indicateurs-environnementaux/prelevement-consommation-eau-secteur.html>
- FAO. (2022). FAOSTAT. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/TCL>
- Food Processing Technology. (2018). *Roquette Pea Protein Manufacturing Plant, Portage la Prairie, Manitoba*. <https://www.foodprocessing-technology.com/projects/roquette-pea-protein-manufacturing-plant-portage-la-prairie-manitoba/>
- General Mills. (2023). *Regenerative agriculture*. <https://www.generalmills.com/how-we-make-it/healthier-planet/environmental-impact/regenerative-agriculture>
- Gleick, P. H. (Éd.). (2011). *The World's Water : The Biennial Report on Freshwater Resources*. Island Press/Center for Resource Economics. <https://ourworldindata.org/water-use-stress#share-of-freshwater-withdrawals-used-in-agriculture>
- Gleick, P. H. (Éd.). (2014). *The World's Water* (Vol. 8). Island Press/Center for Resource Economics. <https://doi.org/10.5822/978-1-61091-483-3>
- The Irrigation Act [L'Acte de l'irrigation], Pub. L. No. The Irrigation Act, 2019 (2020). <https://www.saskatchewan.ca/business/agriculture-natural-resources-and-industry/agribusiness-farmers-and-ranchers/crops-and-irrigation/irrigation/irrigation-regulatory-requirements>
- Gouvernement de la Saskatchewan. (2023). *Irrigation Development Process [Processus de développement de l'irrigation]*. Government of Saskatchewan. <https://www.saskatchewan.ca/business/agriculture-natural-resources-and-industry/agribusiness-farmers-and-ranchers/crops-and-irrigation/irrigation/irrigation-development-process>
- Gouvernement du Nouveau-Brunswick. (2022). *Aménagement des terres et environnement—Agriculture*. [https://www2.gnb.ca/content/gnb/fr/ministeres/10/agriculture/content/terres\\_et\\_environnement.html](https://www2.gnb.ca/content/gnb/fr/ministeres/10/agriculture/content/terres_et_environnement.html)
- Irrigation Districts Act, (2000). [https://kings-printer.alberta.ca/1266.cfm?page=111.cfm&leg\\_type=Acts&isbncln=9780779837618](https://kings-printer.alberta.ca/1266.cfm?page=111.cfm&leg_type=Acts&isbncln=9780779837618)
- Governments of Canada, British Columbia, Alberta, Saskatchewan, and the Northwest Territories, T. (1997). *MACKENZIE RIVER BASIN TRANSBOUNDARY WATERS MASTER AGREEMENT*. 8.
- Great Lakes Governors and Premiers. (2023). *Great Lakes Agreement and Compact*. Gsgp.Org. <https://gsgp.org/projects/water-management/great-lakes-agreement-and-compact/>
- Healthy Lake Huron. (2022). *About Healthy Lake Huron*. <https://healthylakehuron.ca/about/>
- Hopkins, J. S. (2020, janvier 23). *Lake Erie turns toxic every summer. Officials aren't cracking down on the source*. Center for Public Integrity. <http://publicintegrity.org/environment/growing-food-sowing-trouble/lake-erie-toxic-algae-farm-manure-runoff/>
- Huang, T., Ju, X., & Yang, H. (2017). Nitrate leaching in a winter wheat-summer maize rotation on a calcareous soil as affected by nitrogen and straw management. *Scientific Reports*, 7(1), Art. 1. <https://doi.org/10.1038/srep42247>
- Humez, P., Mayer, B., Ing, J., Nightingale, M., Becker, V., Kingston, A., Akbilgic, O., & Taylor, S. (2016). Occurrence and origin of methane in groundwater in Alberta (Canada) : Gas geochemical and isotopic approaches. *Science of The Total Environment*, 541, 1253-1268. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.09.055>
- Hydro-Québec. (2022). *Comparaison des prix de l'électricité dans les grandes villes nord-américaines 2022*. <https://www.hydroquebec.com/data/documents-donnees/pdf/comparaison-prix-electricite.pdf?v=2022>

- Île-du-Prince-Édouard. (2019). *Groundwater Usage on PEI: A Summary [Utilisation de l'eau souterraine : Un résumé]*. [https://www.princeedwardisland.ca/sites/default/files/publications/groundwater\\_usage\\_summary.pdf](https://www.princeedwardisland.ca/sites/default/files/publications/groundwater_usage_summary.pdf)
- Île-du-Prince-Édouard. (2021). *Land Use and Long-Term Nitrate Trends in Island Streams [Utilisation des terres et les tendances à long-terme du nitrate dans les cours d'eau de l'île]*. [https://www.princeedwardisland.ca/sites/default/files/publications/land-use\\_and\\_long\\_term\\_nitrate\\_trends\\_in\\_island\\_streams\\_2018\\_1.pdf](https://www.princeedwardisland.ca/sites/default/files/publications/land-use_and_long_term_nitrate_trends_in_island_streams_2018_1.pdf)
- Île-du-Prince-Édouard. (2022). *View Groundwater Level Data [Visionner les données de l'eau souterraine]*. <https://www.princeedwardisland.ca/fr/service/view-groundwater-level-data>
- La Financière agricole du Québec. (2022). *Bilan de phosphore*. <https://www.fadq.qc.ca/a-propos-de-nous/developpement-durable/bilan-de-phosphore>
- Lake Champlain Basin Program. (2021). *2021 Lake Champlain State of the Lake and Ecosystem Indicators Report*.
- Lake Champlain Basin Program. (2022a). *Management Plan*. Lake Champlain Basin Program. <https://www.lcbp.org/about-us/how-we-work/opportunities-for-action/>
- Lake Champlain Basin Program. (2022b). *Missisquoi Bay Agreement*. Lake Champlain Basin Program. <https://www.lcbp.org/our-goals/clean-water/nutrients-and-cyanobacteria/missisquoi-bay-agreement/>
- Lake Champlain Basin Program. (2022c). *Opportunities for Action : An Evolving Plan for the Future of the Lake Champlain Basin*.
- L'Alliance canadienne du commerce agroalimentaire. (2023). *Commerce agroalimentaire – L'Alliance canadienne du commerce agroalimentaire*. <https://cafta.org/fr/commerce-agroalimentaire/>
- Larratt Aquatic Consulting. (2020). *B.C. Lake Monitoring Network Water Quality, Phytoplankton and Zooplankton Taxonomy Summary Report for 2015-2020*. <https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/environment/research-monitoring-and-reporting/monitoring/lake-program/reports/env-taxo-analysis-report-final.pdf>
- Liang, K., Jiang, Y., Qi, J., Fuller, K., Nyiraneza, J., & Meng, F.-R. (2020). Characterizing the impacts of land use on nitrate load and water yield in an agricultural watershed in Atlantic Canada. *Science of The Total Environment*, 729, 138793. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138793>
- Mackenzie River Basin Board. (2022a). *Frequently Asked Questions*. Mackenzie River Basin Board. <https://www.mrbb.ca/about-us/frequently-asked-questions>
- Mackenzie River Basin Board. (2022b). *Mackenzie River Basin Transboundary Waters Master Agreement*. Mackenzie River Basin Board. <https://www.mrbb.ca/about-us/what-we-do/mackenzie-river-basin-transboundary-waters-master-agreement>
- Macrae, M., Jarvie, H., Brouwer, R., Gunn, G., Reid, K., Joosse, P., King, K., Kleinman, P., Smith, D., Williams, M., & Zwonitzer, M. (2021). One size does not fit all : Toward regional conservation practice guidance to reduce phosphorus loss risk in the Lake Erie watershed. *Journal of Environmental Quality*, 50(3), 529-546. <https://doi.org/10.1002/jeq2.20218>
- Man Reg 62/2008 | Nutrient Management Regulation | CanLII, (2008). <https://www.canlii.org/en/mb/laws/regu/man-reg-62-2008/latest/man-reg-62-2008.html>
- Livestock Manure and Mortalities Regulation, amendment, (2009). <https://web2.gov.mb.ca/laws/regqs/annual/2009/172.pdf>
- Manitoba Association of Watersheds. (2023). *Growing Outcomes in Watersheds*. Manitoba Association of Watersheds. <https://manitobawatersheds.org/grow>
- Manitoba Environment, Climate and Parks. (2022). *Environment, Climate and Parks | Province of Manitoba*. <https://www.manitoba.ca/sd/water/water-rights/drainage-and-water-control/index.html>
- Manitoba Sustainable Development. (2019). *Nitrate in Manitoba Well Water*. 4. [https://www.manitoba.ca/sd/pubs/water/drinking\\_water/factsheet\\_nitrate.pdf](https://www.manitoba.ca/sd/pubs/water/drinking_water/factsheet_nitrate.pdf)
- Maple Leaf Foods. (2021). *Maple Leaf Foods 2021 Sustainability Report [Rapport sur les pratiques durables d'Aliments Maple Leaf 2021]*. 123.
- McDougall, R. (2010). *Jurisdictional Scan of Agricultural Waste Management Regulations and Guidelines*. [https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/environment/air-land-water/site-permitting-and-compliance/hullcar/review-docs/awcr\\_jurisdictional\\_review\\_report\\_april\\_9\\_2010.pdf](https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/environment/air-land-water/site-permitting-and-compliance/hullcar/review-docs/awcr_jurisdictional_review_report_april_9_2010.pdf)
- Mekonnen, M. M., & Hoekstra, A. Y. (2010a). *Water footprint of crop and animal products : A comparison*. <https://waterfootprint.org/en/water-footprint/product-water-footprint/water-footprint-crop-and-animal-products/>
- Mekonnen, M. M., & Hoekstra, A. Y. (2010b). *Water footprint of crop and animal products : A comparison [L'empreinte de l'eau dans les cultures et les produits animaliers: une comparaison]*. <https://waterfootprint.org/en/water-footprint/product-water-footprint/water-footprint-crop-and-animal-products/>
- Mesly, N. (2007). *En Alberta, l'eau s'enflamme!* Le Coopérateur agricole.
- Ministère de l'Environnement du Nouveau Brunswick. (2008). *Atlas de la composition chimique de l'eau souterraine du Nouveau Brunswick : 1994-2007*. <https://www2.gnb.ca/content/dam/gnb/Departments/env/pdf/Groundwater-CompositionChimiqueL'eau/GroundwaterChemistryAtlas-AtlasChimiqueL'eauSouterraine.pdf>
- Missisquoi Bay Phosphorus Reduction Task Force. (2000). *A division of responsibility between Québec and Vermont for the reduction of phosphorus loads to Missisquoi Bay : The Report of the Missisquoi Bay Phosphorus Reduction Task Force to the Lake Champlain Steering Committee*. Missisquoi Bay Phosphorus Reduction Task Force. [https://www.lcbp.org/wp-content/uploads/2016/10/missbay\\_final.pdf](https://www.lcbp.org/wp-content/uploads/2016/10/missbay_final.pdf)
- New Brunswick. (s. d.). *A Guide to New Brunswick's Watershed Protected Area Designation Order*. [http://www.unbi.org/uploads/watershed-e\\_4004.pdf](http://www.unbi.org/uploads/watershed-e_4004.pdf)
- New Brunswick. (2007). *Nutrient Management Planning*. <https://www2.gnb.ca/content/dam/gnb/Departments/10/pdf/Agriculture/NutrientManagementPlanning.pdf>

- Newfoundland and Labrador. (2022). *Agriculture and Lands Legislation*. Fisheries, Forestry and Agriculture. <https://www.gov.nl.ca/ffa/departement/legislation/agriculture-and-lands-legislation/>
- Nottawasaga Valley Conservation Authority. (2020a). *Provincial Groundwater Monitoring Network—NVCA*. <https://www.nvca.on.ca/Pages/Provincial%20Groundwater%20Monitoring%20Network.aspx>
- Nottawasaga Valley Conservation Authority. (2020b). *Water Quality Monitoring—NVCA*. <https://www.nvca.on.ca/water-quality-monitoring>
- Loi sur l'élevage du bétail, (1998). <https://laws.gnb.ca/fr/showdoc/cs/L-11.01/se:1;se:2>
- Règl du N-B 99-32 | Règlement général, Pub. L. No. Loi sur l'élevage du bétail (1999). <https://www.canlii.org/fr/nb/legis/regl/regl-du-n-b-99-32/derniere/regl-du-n-b-99-32.html>
- Nouvelle-Écosse. (2012). *Well Water Nitrate Monitoring Program [Programme d'observation de nitrates dans l'eau des puits]*. <https://novascotia.ca/nse/groundwater/nitrate.asp>
- Nouvelle-Écosse. (2022a). *Groundwater [Eau souterraine]*. <https://novascotia.ca/nse/groundwater/>
- Nouvelle-Écosse. (2022b). *Groundwater Observation Well Network [Réseau de puits d'observation de l'eau souterraine]*. <https://novascotia.ca/nse/groundwater/groundwaternetnetwork.asp>
- Nova Scotia. (2017). *A Guide to Agricultural Best Management Practices within Municipal Drinking Water Supply Areas in Nova Scotia*. [https://nsefp.ca/wp-content/uploads/2017/04/Watershed\\_WEB\\_Final\\_2017.pdf](https://nsefp.ca/wp-content/uploads/2017/04/Watershed_WEB_Final_2017.pdf)
- Nova Scotia Environment. (2015). *Groundwater Observation Well Network [Réseau de puits d'observation de l'eau souterraine]*. <https://novascotia.ca/nse/groundwater/docs/GroundwaterObservationWellNetwork2015Report.pdf>
- Okanagan Basin Water Board. (2022). *OBWB Annual Report*. [https://www.obwb.ca/newsite/wp-content/uploads/2022\\_obwb\\_annual\\_report.pdf](https://www.obwb.ca/newsite/wp-content/uploads/2022_obwb_annual_report.pdf)
- Okanagan Water Stewardship Council. (2008). *Okanagan Sustainable Water Strategy 1.0*. [https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/farming-natural-resources-and-industry/agriculture-and-seafood/agricultural-land-and-environment/water/okanagan\\_sustainable\\_water\\_strategy\\_osws\\_action\\_plan.pdf](https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/farming-natural-resources-and-industry/agriculture-and-seafood/agricultural-land-and-environment/water/okanagan_sustainable_water_strategy_osws_action_plan.pdf)
- Okanagan Water Stewardship Council. (2019). *Okanagan Sustainable Water Strategy 2.0*. [https://www.obwb.ca/newsite/wp-content/uploads/Okanagan\\_Sustainable\\_Water\\_Strategy\\_Action\\_Plan\\_2\\_0.pdf](https://www.obwb.ca/newsite/wp-content/uploads/Okanagan_Sustainable_Water_Strategy_Action_Plan_2_0.pdf)
- Règl. De l'Ont. 267/03, (2003). <https://www.ontario.ca/fr/lois/view>
- Ontario. (2022a). *Carte du Réseau provincial de contrôle des eaux souterraines | ontario.ca*. <http://www.ontario.ca/fr/page/carte-du-reseau-provincial-de-contrôle-des-eaux-souterraines>
- Ontario. (2022b). *Map : Provincial Groundwater Monitoring Network*. Ontario.Ca. <http://www.ontario.ca/page/map-provincial-groundwater-monitoring-network>
- Ontario. (2022c). *Provincial (Stream) Water Quality Monitoring Network—Ontario Data Catalogue*. <https://data.ontario.ca/dataset/provincial-stream-water-quality-monitoring-network>
- Ontario. (2022d). *Réseau provincial de contrôle des eaux souterraines*. <https://data.ontario.ca/fr/dataset/provincial-groundwater-monitoring-network>
- Organisme de bassin versant de la baie Missisquoi. (2014). *Gestion transfrontalière des eaux—OBVBM. Organisme de bassin versant de la baie Missisquoi*. <https://obvbm.org/territoire/gestion-transfrontaliere-des-eaux/>
- PFRA. (1997). *Protecting your water*. [https://www1.agric.gov.ab.ca/\\$department/deptdocs.nsf/all/wqe11302/\\$FILE/pfra1b.pdf](https://www1.agric.gov.ab.ca/$department/deptdocs.nsf/all/wqe11302/$FILE/pfra1b.pdf)
- PPWB Committee on Water Quality. (2018). *Long-Term Trends in Water Quality Parameters At Twelve Transboundary River Reaches*. <https://www.ppwb.ca/uploads/media/5c8176782ee96/ppwb-report-long-term-trends-in-wq-parameters-at-twelve-tb-river-reaches-to-en.pdf?v1>
- Prairie Provinces Water Board. (1992). *MAA, Attachment A to Schedule E*. <https://www.ppwb.ca/uploads/media/614df0769bd52/2021-water-quality-objectives-attachment-a-to-schedule-e.pdf?v1>
- Prairie Provinces Water Board. (2021, septembre 24). *Prairie Provinces Water Board—PPWB Water Quality Agreement*. Prairie Provinces Water Board. <https://www.ppwb.ca/surface-water-quality-activities/ppwb-water-quality-agreement-v1>
- Prairie Provinces Water Board. (2022, février 28). *Prairie Provinces Water Board—About Us*. Prairie Provinces Water Board. <https://www.ppwb.ca/about-us>
- Prince Edward Island. (2018, janvier 4). *Nutrient Management Planning Factsheet*. <https://www.princeedwardisland.ca/en/information/agriculture-and-fisheries/nutrient-management-planning-factsheet>
- Québec. (2002a, août 26). *Communiqué de presse*. <https://www.environnement.gouv.qc.ca/infuseur/communiqué.asp?no=209>
- Québec. (2002b, août 28). *Agreement between the Gouvernement du Québec and the Government of the State of Vermont concerning phosphorus reduction in Missisquoi Bay*. [https://www.environnement.gouv.qc.ca/communiqués\\_en/2002/Vermont-Quebec\\_Agreement\\_Missisquoi.pdf](https://www.environnement.gouv.qc.ca/communiqués_en/2002/Vermont-Quebec_Agreement_Missisquoi.pdf)
- Règlement sur les exploitations agricoles, Pub. L. No. 695/2002 (2002). <https://www.legisquebec.gouv.qc.ca/fr/document/rc/q-2.%20r.%2026>
- Québec. (2022). *Réseau de suivi des eaux souterraines du Québec*. <https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/piezo/index.htm>
- Reid, K., Schneider, K., & Joosse, P. (2019). Addressing Imbalances in Phosphorus Accumulation in Canadian Agricultural Soils. *Journal of Environmental Quality*, 48(5), 1156-1166. <https://doi.org/10.2134/jeq2019.05.0205>
- Richards, J. E., Milburn, P., Maclean, A. A., & Demerchant, G. P. (1990). Intensive potato production effects on nitrate-N concentrations of rural New Brunswick well water. *Canadian Agricultural Engineering*, 32(2), 189-196.
- Ritchie, H., & Roser, M. (2017). *Water Use and Stress*. *Our World in Data*. <https://ourworldindata.org/water-use-stress>
- ROBVQ. (2011, janvier 25). *Détail d'un mémoire d'une publication. Mise à jour par le MDDEP de la carte des 40 zones de GIEBV du Québec*. <https://robvq.qc.ca/memoire-publication/>

- Rousseau, N., Levallois, P., Roy, N., Ducrocq, N., Gingras, S., Gélinas, P., & Tremblay, H. (2004). *Étude sur la qualité de l'eau potable dans sept bassins versants en surplus de fumier et impacts potentiels sur la santé*. 24.
- Salvadori, M. I., Sontrop, J. M., Garg, A. X., Moist, L. M., Suri, R. S., & Clark, W. F. (2009). *Factors that led to the Walkerton tragedy* | Elsevier Enhanced Reader. <https://doi.org/10.1038/ki.2008.616>
- Agricultural Operations Regulations, A-12.1 Reg 1, (1996). <https://publications.saskatchewan.ca/#/products/950>
- Saskatchewan. (2022). *Primary Station Water Quality Search*. <https://waterquality.saskatchewan.ca/PrimaryStation>
- Saskatchewan. (2023). *Dugout, Pipeline and Well Rebate*. Government of Saskatchewan. <https://www.saskatchewan.ca/business/agriculture-natural-resources-and-industry/agribusiness-farmers-and-ranchers/canadian-agricultural-partnership-cap/environmental-sustainability-and-climate-change/farm-and-ranch-water-infrastructure-program-frwip/dugout-pipeline-and-well-rebate>
- Saskatchewan Water Security Agency. (2022a). *Annual Report for 2021-22 State of Drinking Water Quality in Saskatchewan*. <https://publications.saskatchewan.ca/#/products/118533>
- Saskatchewan Water Security Agency. (2022b). *Observation Well Network*. Water Security Agency. <https://www.wsask.ca>
- Sifferlin, A. (2014a, août 4). *Toledo Water Ban Is Lifted*. Time. <https://time.com/3079415/toledo-lifts-drinking-water-ban/>
- Sifferlin, A. (2014b, août 4). *Toledo's Contaminated Water : Here's What Went Wrong*. Time. <https://time.com/3079516/toledos-contaminated-water-heres-what-went-wrong/>
- Statistics Canada. (2021, décembre 13). *Irrigation volume by province and drainage region*. <https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/en/tv.action?pid=3810023901>
- Statistics Canada. (2023, janvier 16). *Water intake in manufacturing industries, by source and industry*. Table 38-10-0040-01. <https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/en/tv.action?pid=3810004001>
- Statistique Canada. (2023, janvier 16). *Prélèvement d'eau dans les industries de la fabrication, selon la source et l'industrie*. Tableau 38-10-0040-01. <https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=3810004001>
- Suga, M. (2022, novembre 15). *Water prominent on COP27 agenda*. *United Nations Sustainable Development*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/blog/2022/11/water-prominent-on-cop27-agenda/>
- Terre-Neuve-et-Labrador. (2020, octobre 30). *Groundwater Quality Data [Données sur la qualité de l'eau souterraine]*. Environment and Climate Change. <https://www.gov.nl.ca/ecc/waterres/cycle/groundwater/data/quality/>
- The Boyd Company. (2016). *Comparative food and beverage industry operating costs*. <https://www.investnorthumberland.ca/assets/competitiveness/7330652c8e/Boyd-research-Food-Processing.pdf>
- Veliz, M., Sampson, N., Bayfield, A., Esbroeck, C. V., Zwol, J. V., & Sauble, G. (2022). *Enhanced implementation of Best Management Practices along the Southeast Shore of Lake Huron : A summary of Ontario Ministry of Agriculture Food and Rural Affairs Canada Ontario Agreement for Healthy Lake Huron*. 18.
- Water Science and Technology Directorate. (2011). *Water Quality Status and Trends of Nutrients in Major Drainage Areas of Canada [Technical Summary]*. Environment Canada. [https://publications.gc.ca/collections/collection\\_2011/ec/En154-63-2011-eng.pdf](https://publications.gc.ca/collections/collection_2011/ec/En154-63-2011-eng.pdf)
- Water to Food. (2021). *Base de données CWASI*. <https://www.watertofood.org/download>
- World Wildlife Fund. (2022). *Terre-Neuve–Labrador*. Terre-Neuve–Labrador. <http://rapportsbassinsversants.wwf.ca>