



ÉLÉMENTS NUTRITIFS DANS LE FLEUVE SAINT- LAURENT

INDICATEURS CANADIENS DE
DURABILITÉ DE L'ENVIRONNEMENT



Référence suggérée pour ce document : Environnement et Changement climatique Canada (2024) Indicateurs canadiens de durabilité de l'environnement : Éléments nutritifs dans le fleuve Saint-Laurent. Consulté le *jour mois année*.

Accessible à : <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/indicateurs-environnementaux/elements-nutritifs-fleuve-saint-laurent.html>.

N° de cat. : 978-0-660-72015-9

ISBN : En4-144/47-2024F-PDF

Code de projet : EC24019

À moins d'avis contraire, il est interdit de reproduire le contenu de cette publication, en totalité ou en partie, à des fins de diffusion commerciale sans avoir obtenu au préalable la permission écrite de l'administrateur du droit d'auteur d'Environnement et Changement climatique Canada. Si vous souhaitez obtenir du gouvernement du Canada les droits de reproduction du contenu à des fins commerciales, veuillez demander l'affranchissement du droit d'auteur de la Couronne en communiquant avec :

Environnement et Changement climatique Canada

Centre de renseignements à la population

Édifice Place Vincent Massey

351, boulevard Saint-Joseph

Gatineau (Québec) K1A 0H3

Ligne sans frais : 1-800-668-6767

Courriel : enviroinfo@ec.gc.ca

Photos : © Thinkstockphotos.ca; © Environnement et Changement climatique Canada

© Sa Majesté le Roi du chef du Canada, représenté par le ministre de l'Environnement et du Changement climatique, 2024

Also available in English.

INDICATEURS CANADIENS DE DURABILITÉ DE L'ENVIRONNEMENT

ÉLÉMENTS NUTRITIFS

DANS LE FLEUVE SAINT-LAURENT

Juin 2024

Table des matières

Éléments nutritifs dans le fleuve Saint-Laurent5

- État du phosphore et de l'azote5
 - Aperçu des résultats5
- État annuel du phosphore et de l'azote7
 - Aperçu des résultats7
- À propos de l'indicateur10
 - Ce que mesure l'indicateur10
 - Pourquoi cet indicateur est-il important10
 - Initiatives connexes10
 - Indicateurs connexes11
- Sources des données et méthodes11
 - Sources des données11
 - Méthodes13
 - Récents changements16
 - Mises en garde et limites17
- Ressources17
 - Références17
 - Renseignements connexes18

Annexes19

Annexe A. Tableaux des données utilisées pour les figures du présent document.....19

Annexe B. Une recommandation sur l’azote total pour protéger les conditions écologiques du Saint-Laurent ..24

Liste des figures

Figure 1. État de dépassement des concentrations de phosphore total et d’azote total pour la période de 2021 à 2023 dans le fleuve Saint-Laurent, au Canada 6

Figure 2. Concentrations annuelles de phosphore dans les échantillons de 5 stations de surveillance de la qualité de l’eau le long du fleuve Saint-Laurent, de 2010 à 2023 8

Figure 3. Concentrations annuelles d’azote dans les échantillons de 5 stations de surveillance de la qualité de l’eau le long du fleuve Saint-Laurent, de 2010 à 2023 9

Figure B.1. Données sur l’azote total pour 4 stations de surveillance de la qualité de l’eau du fleuve Saint-Laurent, 2010 à 2023..... 25

Liste des tableaux

Tableau 1. Stations de surveillance de la qualité de l’eau servant au suivi de l’indicateur 12

Tableau 2. Stations de surveillance de la qualité de l’eau fermées 12

Tableau 3. Nouvelles stations de surveillance de la qualité de l’eau 13

Tableau 4. Résultats de l’analyse de Mann-Kendall exécutée dans R pour le phosphore total, de 2010 à 2023.. 15

Tableau 5. Résultats de l’analyse de Mann-Kendall exécutée dans R pour l’azote total, de 2010 à 2023 16

Tableau A.1. Données pour la Figure 1. État de dépassement des concentrations de phosphore total et d’azote total pour la période de 2021 à 2023 dans le fleuve Saint-Laurent, au Canada 19

Tableau A.2. Données pour la Figure 2. Concentrations annuelles de phosphore dans les échantillons de 5 stations de surveillance de la qualité de l’eau le long du fleuve Saint-Laurent, de 2010 à 2023..... 19

Tableau A.3. Données pour la Figure 3. Données pour la Figure 3. Concentrations annuelles d’azote dans les échantillons de 5 stations de surveillance de la qualité de l’eau le long du fleuve Saint-Laurent, de 2010 à 2023 22

Tableau B.1. Recommandations sur l’azote total suggérées pour l’écocorégon d’éléments nutritifs VII des États-Unis, soit la région laitière principalement glaciaire 26

Tableau B.2. Recommandations sur l’azote total suggérées pour l’écocorégon d’éléments nutritifs VIII des États-Unis (Haut-Midwest et nord-est largement glaciaires et pauvres en éléments nutritifs) 27

Tableau B.3. Résumé des données sur l’azote total pour le fleuve Saint-Laurent, de 2013 à 2023 27

Tableau B.4. Vingt-cinquième (25^e) percentiles des médianes saisonnières pour chaque station le long du fleuve Saint-Laurent ainsi que pour l’ensemble des stations combinées (fleuve entier) 28

Tableau B.5. Comparaison des normes possibles sur l’azote total 29

Éléments nutritifs dans le fleuve Saint-Laurent

Le fleuve Saint-Laurent relie les Grands Lacs à l'océan Atlantique et compte parmi les voies navigables commerciales les plus importantes au monde. Il s'agit d'un écosystème complexe qui comprend des lacs et des tronçons d'eau douce, un long estuaire et un golfe d'eau salée. Ses nombreux habitats différents abritent une grande diversité de plantes, de poissons et d'autres animaux.

Le phosphore et l'azote sont des éléments nutritifs essentiels pour les plantes. Cependant, lorsque leurs concentrations sont trop élevées ou trop faibles, ils peuvent avoir des effets nocifs sur le réseau trophique d'un cours d'eau. L'activité humaine, comme l'utilisation d'engrais chimiques, peut faire augmenter la concentration de ces nutriments jusqu'à les rendre nuisibles. Cet indicateur présente l'état de chaque station sous la forme d'un pourcentage d'échantillons dépassant les recommandations sur les éléments nutritifs. Il présente également les concentrations de phosphore et d'azote, ainsi que les tendances significatives suivies par ces concentrations au fil du temps, lorsque les données le permettent.

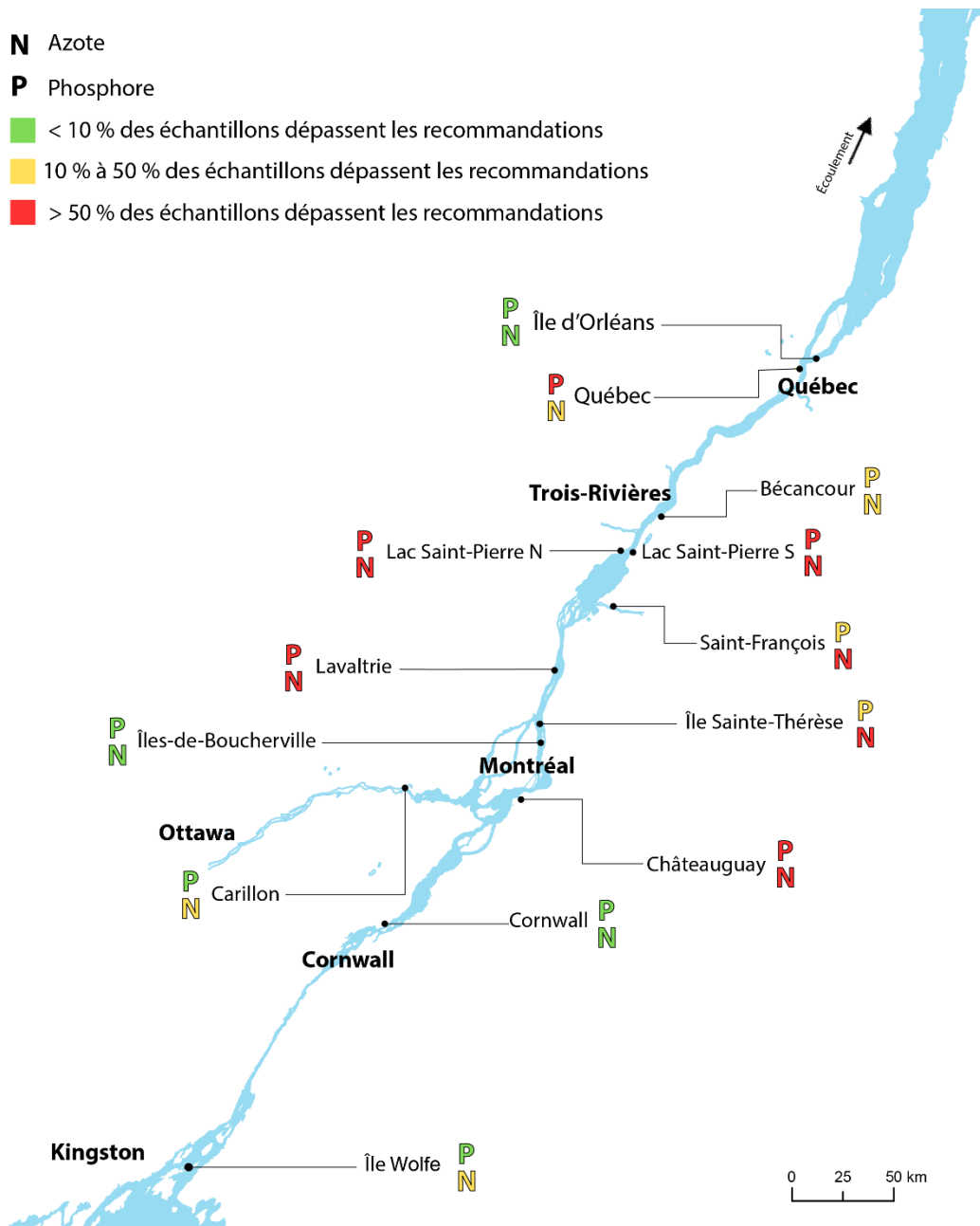
État du phosphore et de l'azote

Aperçu des résultats

- Au cours de la période de 2021 à 2023 :¹
 - les concentrations de phosphore et d'azote étaient supérieures aux recommandations à la plupart des stations de surveillance;
 - l'état concernant l'azote a été jugé « mauvais » à 6 stations, « satisfaisant » à 4 stations et « bon » à 3 stations;
 - l'état concernant le phosphore a été jugé « mauvais » à 5 stations, « satisfaisant » à 3 stations et « bon » à 5 stations.

¹ En raison des mesures sanitaires liées à la pandémie de COVID-19, certaines activités d'échantillonnage et analyses en laboratoire ont été annulées en 2020-2021 et en 2021-2022. Cette perturbation a entraîné des lacunes dans les données de toutes les stations d'échantillonnage. Pour cette raison, la comparaison des résultats d'une année à l'autre et d'une station à l'autre devrait être interprétée à titre indicatif seulement. Pour des précisions supplémentaires sur la méthode de calcul utilisée pour la période 2021-2023, veuillez consulter la section [Sources des données et méthodes](#). Une année représente un exercice fiscal, qui s'étend du 1^{er} avril au 31 mars. L'année 2023 correspond donc à la période allant du 1^{er} avril 2022 au 31 mars 2023.

Figure 1. État de dépassement des concentrations de phosphore total et d'azote total pour la période de 2021 à 2023 dans le fleuve Saint-Laurent, au Canada



[Données pour la figure 1](#)

Remarque : Pour les besoins de cet indicateur, les recommandations sont de 0,03 mg de phosphore par litre (mg P/L) et de 0,65 mg d'azote par litre (mg N/L). Pour de plus amples renseignements sur les recommandations et les catégories de qualité de l'eau, se référer à la section [Sources des données et méthodes](#).

Source : Environnement et Changement climatique Canada (2023)

Les concentrations de phosphore et d'azote dans le fleuve Saint-Laurent sont influencées par le débit du fleuve et par diverses activités humaines le long de son cours. Juste en aval de Montréal, à Lavaltrie, les concentrations de phosphore et d'azote supérieures aux recommandations en matière de qualité de l'eau au cours de la période de 2021 à 2023 sont attribuables au rejet d'eaux usées municipales dans le fleuve. Plus en aval, les affluents qui drainent des régions agricoles transportent des concentrations élevées de phosphore et d'azote en raison des engrais chimiques et du fumier utilisés pour la croissance des plantes cultivées. Ces niveaux élevés de

nutriments contribuent à la prolifération d'algues nuisibles.² En amont de la ville de Québec, les concentrations de phosphore et d'azote sont plus faibles parce que les eaux des affluents qui drainent la rive nord, comme celui de la station de Carillon, traversent une zone plus boisée que celles de la rive sud du fleuve.

Pour cet indicateur, l'état des éléments nutritifs à une station de surveillance est considéré comme « bon » lorsque le phosphore total ou l'azote total dépassent les recommandations en matière de qualité de l'eau dans moins de 10 % des échantillons. La limite de 10 % permet à un échantillon par an de dépasser la recommandation. Dans les rivières, les concentrations de phosphore total et d'azote total dépassent souvent les recommandations lorsque les niveaux d'eau sont élevés, une situation qui s'observe principalement lors de la fonte des neiges au printemps. Lorsque 10 à 50 % des échantillons dépassent les recommandations, l'état des éléments nutritifs est considéré comme « satisfaisant ». En revanche, l'état est considéré comme « mauvais » si plus de 50 % des échantillons dépassent les recommandations en matière de qualité de l'eau.

État annuel du phosphore et de l'azote

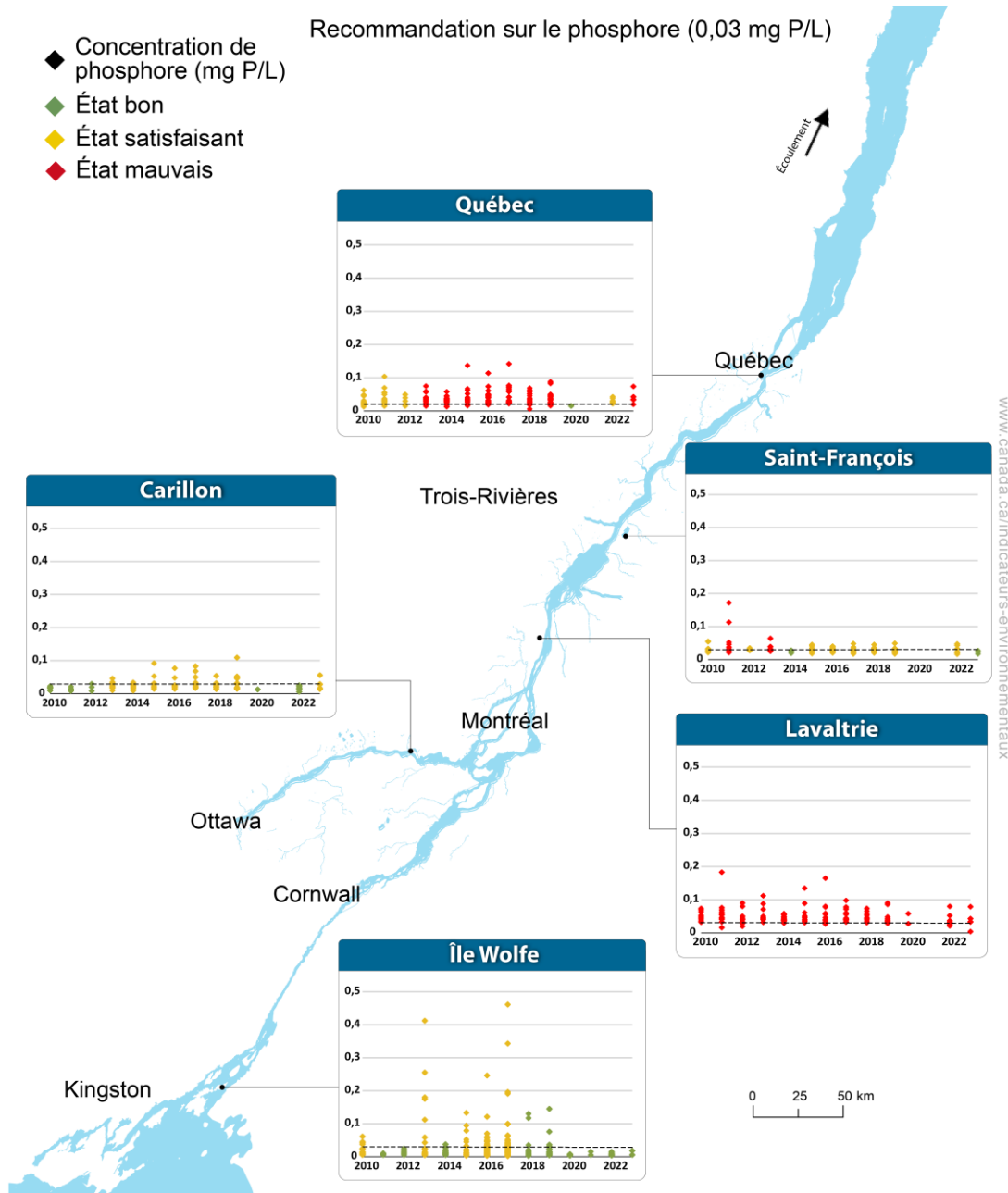
Cinq (5) stations recueillent des données sur la qualité de l'eau depuis 2010 : île Wolfe, Carillon, Lavaltrie, Saint-François et Québec.

Aperçu des résultats

- Au cours de la période de 2010 à 2023, les états annuels les plus souvent observés en ce qui concerne le phosphore sont les suivants :
 - « bon » à la station de l'île Wolfe;
 - « satisfaisant » aux stations de Saint-François et de Carillon;
 - « mauvais » aux stations de Lavaltrie et de Québec.
- Au cours de la même période, les états annuels les plus souvent observés en ce qui concerne l'azote sont les suivants :
 - « satisfaisant » aux stations de Carillon et de l'île Wolfe;
 - « satisfaisant » ou « mauvais » à la station de Québec;
 - « mauvais » pour toutes les années aux stations de Lavaltrie et de Saint-François.

² Goyette JO *et al.* (2016) [Changes in anthropogenic nitrogen and phosphorus inputs to the St. Lawrence sub-basin over 110 years and impacts on riverine export](#) (en anglais seulement). *Global Biogeochemical Cycles* 30(7): 1000-1014. Consulté le 26 mars 2024.

Figure 2. Concentrations annuelles de phosphore dans les échantillons de 5 stations de surveillance de la qualité de l'eau le long du fleuve Saint-Laurent, de 2010 à 2023



[Données pour la figure 2](#)

Remarque : Cette figure présente une synthèse des concentrations annuelles de phosphore enregistrées à une station de surveillance donnée, chaque année de 2010 à 2023. Chaque point correspond à un échantillon dont la concentration de phosphore (en mg P/L) a été consignée au cours d'une année donnée. Pour de plus amples renseignements sur les recommandations et les catégories de qualité de l'eau, se référer à la section [Sources des données et méthodes](#). Les échantillons de l'embouchure de la rivière Saint-François ont été prélevés de mai à septembre seulement entre 2010 et 2020.

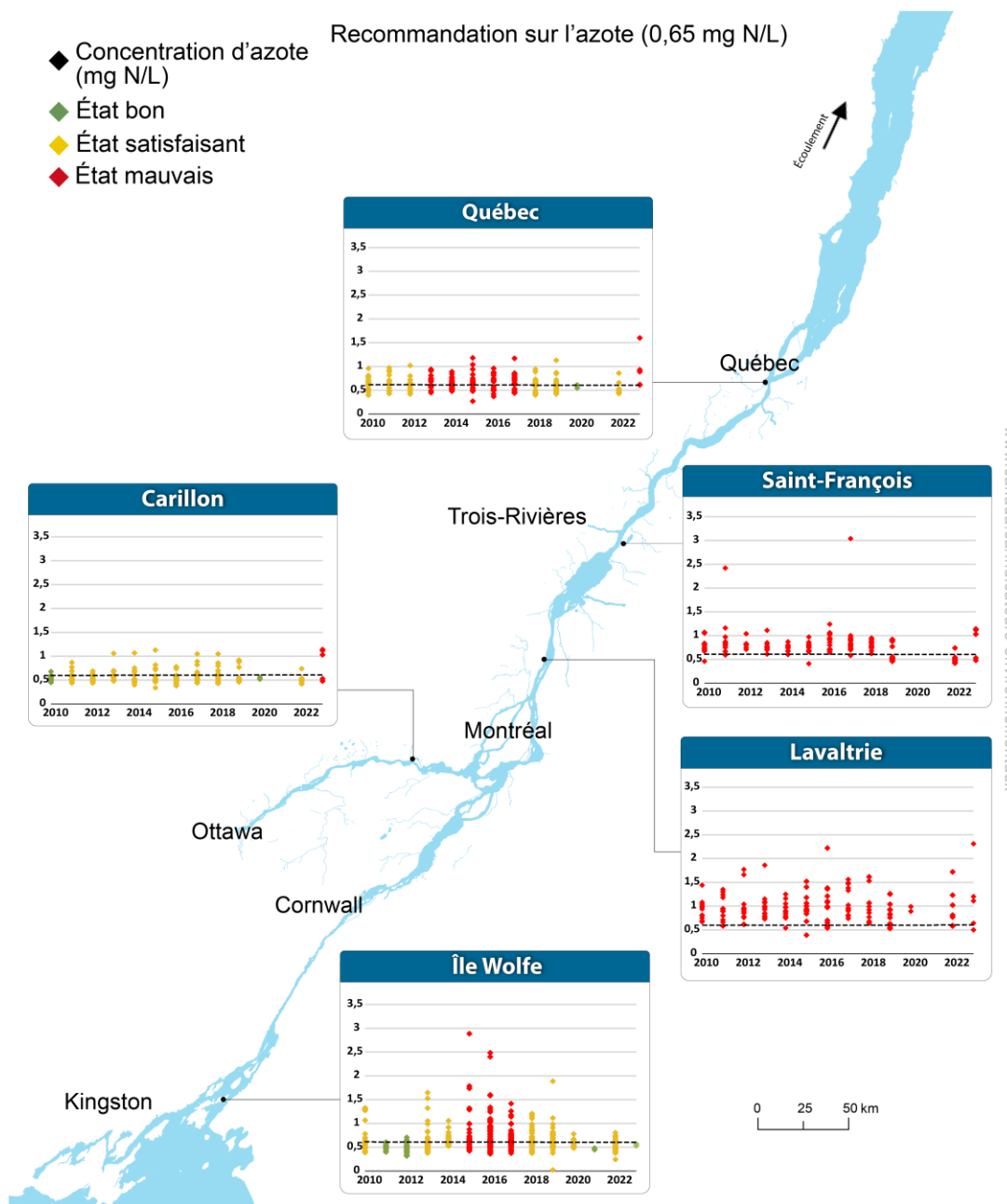
Source : Environnement et Changement climatique Canada (2023)

Sur les 5 stations de surveillance à long terme, seule celle de l'île Wolfe présente un état du phosphore constamment bon depuis 2018, ce qui signifie que les concentrations de phosphore dépassent les recommandations sur la qualité de l'eau dans moins de 10 % des échantillons chaque année. L'état du phosphore aux stations de Carillon et de Saint-François a été jugé satisfaisant la plupart des années (c'est-à-dire

que 10 % à 50 % des échantillons par année dépassaient les recommandations), et l'état du phosphore des stations de Lavaltrie et de Québec a été jugé mauvais la plupart des années (c'est-à-dire que plus de 50 % des échantillons par année dépassaient les recommandations).

Une analyse des tendances fondée sur les concentrations moyennes annuelles de phosphore entre 2010 et 2023 a montré une légère tendance à la baisse (-0,001 mg P/L par année) à la station de Lavaltrie et une tendance stable (ni à la hausse ni à la baisse) à la station de Saint-François. Aucune tendance statistiquement significative n'a été observée aux autres stations ([tableau 4](#)).

Figure 3. Concentrations annuelles d'azote dans les échantillons de 5 stations de surveillance de la qualité de l'eau le long du fleuve Saint-Laurent, de 2010 à 2023



[Données pour la figure 3](#)

Remarque : Cette figure présente une synthèse des concentrations annuelles d'azote enregistrées à une station de surveillance donnée, chaque année de 2010 à 2023. Chaque point correspond à un échantillon dont la concentration d'azote (en mg N/L) a été consignée au cours

d'une année donnée. Pour de plus amples renseignements sur les recommandations et les catégories de qualité de l'eau, se référer à la section [Sources des données et méthodes](#). Les échantillons de l'embouchure de la rivière Saint-François ont été prélevés de mai à septembre seulement entre 2010 et 2020.

Source : Environnement et Changement climatique Canada (2023)

Aucune station ne présente un état de l'azote considéré comme bon pour une majorité d'années. Les stations auxquelles on a observé le plus d'années avec un état satisfaisant sur le plan de l'azote sont celles de Carillon et de l'île Wolfe, tandis qu'à la station de Québec, l'état fut satisfaisant pour la moitié des années et mauvais pour les autres. Aux stations de Lavaltrie et de Saint-François, l'état de l'azote était mauvais pour toutes les années.

Aucune tendance significative n'a été observée dans les concentrations d'azote ([tableau 5](#)).

À propos de l'indicateur

Ce que mesure l'indicateur

L'indicateur rend compte de l'état des concentrations de phosphore total et d'azote total le long du fleuve Saint-Laurent. Les états sont classés en fonction de la fréquence à laquelle ces concentrations dépassent leurs recommandations respectives en matière de qualité de l'eau.

L'indicateur repose sur l'hypothèse selon laquelle l'eau du fleuve Saint-Laurent dépasserait rarement les recommandations de qualité de l'eau sur le phosphore et l'azote en l'absence d'activités humaines. Il renseigne donc sur la manière dont ces activités contribuent aux concentrations de phosphore et d'azote dans le fleuve. Plus les dépassements des recommandations en matière de qualité de l'eau sont fréquents, plus le risque pour la santé du fleuve Saint-Laurent est élevé. L'analyse des tendances du phosphore et de l'azote produit des renseignements sur l'évolution des concentrations dans le temps.

Pourquoi cet indicateur est-il important

Une eau douce saine constitue une ressource essentielle. Elle permet d'assurer la protection de la biodiversité aquatique, tant floristique que faunique. Elle est aussi utilisée dans la fabrication de produits, la production d'énergie, l'irrigation, la baignade, la navigation, la pêche et certaines activités domestiques (par exemple, la consommation d'eau potable et le lavage). Une qualité d'eau dégradée peut nuire à la santé des écosystèmes d'eau douce, comme les rivières, les lacs, les réservoirs et les milieux humides. Elle peut aussi perturber les activités économiques comme la pêche, le tourisme et l'agriculture, en plus de contribuer à l'augmentation des coûts de traitement visant le respect des normes de qualité de l'eau potable. Lorsque les concentrations de phosphore et d'azote dans l'eau sont trop élevées, la croissance des végétaux aquatiques peut devenir excessive et nuisible. La décomposition de la matière végétale en excès peut réduire la quantité d'oxygène disponible pour les poissons et les autres animaux aquatiques. De fortes concentrations d'éléments nutritifs favorisent la prolifération d'algues toxiques, qui peuvent entraîner la mort des animaux qui utilisent cette eau, en plus de nuire à la santé humaine. À l'inverse, une carence en phosphore ou en azote freine la croissance des plantes requises pour soutenir le réseau trophique du cours d'eau, ce qui peut causer une diminution des populations de poissons et nuire à la pêche locale.

Le phosphore et l'azote présents dans les engrais chimiques atteignent le fleuve par des mécanismes d'érosion, le lessivage des zones urbaines, le ruissellement sur les terres agricoles, les rejets d'eaux usées municipales et industrielles, et la pollution atmosphérique. Au fil du temps, les concentrations excessives de phosphore et d'azote dans le fleuve peuvent perturber le réseau trophique.

Le présent indicateur sert à renseigner sur l'état du fleuve Saint-Laurent. La surveillance continue des concentrations de phosphore et d'azote permet aux gouvernements et aux citoyens d'être conscients d'un aspect important de l'état environnemental du fleuve.

Initiatives connexes

Cet indicateur contribue aux [Objectifs de développement durable du Programme de développement durable à l'horizon 2030](#) Il est lié à l'objectif 6 sur l'eau propre et l'assainissement, et à la cible 6.3 : « D'ici à 2030, améliorer la qualité de l'eau en réduisant la pollution, en éliminant l'immersion de déchets et en réduisant au minimum les émissions de produits chimiques et de matières dangereuses, en diminuant de moitié la proportion d'eaux usées

non traitées et en augmentant considérablement à l'échelle mondiale le recyclage et la réutilisation sans danger de l'eau. »

L'indicateur contribue également à faire état des résultats obtenus par rapport à l'objectif 10 des [buts et objectifs canadiens pour la biodiversité d'ici 2020](#) : « D'ici 2020, les niveaux de pollution dans les eaux canadiennes, y compris la pollution provenant d'un excès d'éléments nutritifs, sont réduits ou maintenus à des niveaux qui permettent des écosystèmes aquatiques sains ».

Indicateurs connexes

Les indicateurs de la [Qualité de l'eau des cours d'eau canadiens](#) fournissent une mesure de la capacité des cours d'eau du Canada à maintenir la flore et la faune.

Les indicateurs portant sur les [concentrations de phosphore dans les eaux au large des côtes des Grands Lacs](#) et sur les [éléments nutritifs dans le lac Winnipeg](#) rendent compte des concentrations de phosphore total et d'azote total dans ces 2 écosystèmes.

L'indicateur sur la [charge en phosphore dans le lac Érié](#) font état des apports de phosphore total qui s'écoulent directement dans le lac Érié ou à partir de ses affluents.

L'indicateur sur le [traitement des eaux usées municipales](#) permet de mesurer le niveau de traitement des eaux usées offert à la population canadienne.

Sources des données et méthodes

Sources des données

Les données sur le phosphore total et l'azote total ont été obtenues auprès du programme de surveillance de la qualité de l'eau douce d'Environnement et Changement climatique Canada. Les données sont accessibles sur les pages suivantes du site de données ouvertes du gouvernement fédéral : [données de surveillance de la qualité de l'eau à long terme du bassin du fleuve Saint-Laurent](#) et [données de surveillance des chenaux interlacustres des Grands Lacs](#).

Renseignements supplémentaires

Échantillonnage

L'état des concentrations de phosphore total et d'azote total s'appuie sur les mesures enregistrées entre avril 2021 et mars 2023. L'analyse des tendances a quant à elle été réalisée à partir des données de 2010 à 2023.

Les fréquences d'échantillonnage aux stations de surveillance de la qualité de l'eau qui servent au suivi de ces indicateurs ne sont pas uniformes. Aux stations de Châteauguay, de Carillon, de Lavaltrie, de Cornwall et de Québec, l'échantillonnage est effectué chaque mois, tandis qu'aux stations de l'île Sainte-Thérèse, des Îles-de-Boucherville, de l'île d'Orléans, de Bécancour Sud, du lac Saint-Pierre Sud et du lac Saint-Pierre Nord, il n'est effectué qu'entre avril et octobre en raison de l'accessibilité des sites.

L'échantillonnage à la station de l'île Wolfe se fait généralement chaque semaine, tout au long de l'année. Quant à la station de surveillance QU02OF3004 de Saint-François, des échantillons y sont généralement prélevés chaque semaine de mai à septembre. En mai 2022, la surveillance a toutefois été transférée à la station QU02OF3005 de Saint-François, où les échantillons sont prélevés mensuellement. Aux fins de cet indicateur, ces 2 stations sont considérées comme un seul site et ne sont pas analysées séparément. Il y a des trous dans les séries de données en raison de la pandémie de COVID-19, de changements apportés au programme, de mises à jour des laboratoires de terrain, de restrictions financières, de conditions météorologiques défavorables et de problèmes mécaniques liés à l'équipement de collecte des données.

Emplacement des stations de surveillance de la qualité de l'eau

Les données proviennent de 14 stations de surveillance situées le long du fleuve Saint-Laurent, depuis la sortie du lac Ontario à l'île Wolfe, près de Kingston, jusqu'à la ville de Québec (tableau 1). Ces stations sont situées de manière à surveiller les principales sources d'eau qui entrent dans le fleuve Saint-Laurent, et sont parfois installées à l'embouchure de cours d'eau affluents.

Tableau 1. Stations de surveillance de la qualité de l'eau servant au suivi de l'indicateur

Station de surveillance	Code de la station	Nom de la station	Latitude	Longitude
Île Wolfe	ON02MA0030	Fleuve Saint-Laurent (chenal sud)	44,2078	-76,2368
Cornwall	ON02MC0032	Fleuve Saint-Laurent, prise d'eau de l'usine de filtration de Cornwall	45,0138	-74,7908
Châteaugay	QU02OA0125	Embouchure de la rivière Châteaugay	45,3769	-73,7511
Carillon	QU02LB9001	Rivière des Outaouais à Carillon	45,5676	-74,3799
Îles-de-Boucherville	QU02OA0206	Îles-de-Boucherville	45,5966	-73,4997
Île Sainte-Thérèse	QU02OA0207	Île Sainte-Thérèse	45,6745	-73,4592
Lavaltrie	QU02OB9004	Fleuve Saint-Laurent, prise d'eau à la station d'épuration de Lavaltrie	45,8744	-73,2806
Saint-François	QU02OF3005	Embouchure de la rivière Saint-François	46,066	-72,8093
Saint-François	QU02OF3004	Rivière Saint-François à Pierreville	46,0664	-72,8122
Lac Saint-Pierre Nord	QU02OC3000	Sortie du lac Saint-Pierre, rive nord	46,2802	-72,6581
Lac Saint-Pierre Nord	QU02OD9039	Sortie du lac Saint-Pierre, rive sud	46,2717	-72,6193
Bécancour Sud	QU02PK9000	Bécancour, rive sud	46,3835	-72,4092
Québec	QU02PH9024	Fleuve Saint-Laurent à Lévis	46,8071	-71,1900
Île d'Orléans	QU02PH9065	Île d'Orléans	46,8403	-71,1326

Changements d'emplacement de certaines stations de surveillance de la qualité de l'eau

En 2019 et 2020, 6 stations de surveillance auparavant utilisées pour l'indicateur ont été fermées (tableau 2), alors qu'en mai 2020, 9 stations de surveillance ont été mises en service (tableau 3).

Tableau 2. Stations de surveillance de la qualité de l'eau fermées

Station de surveillance	Code de la station	Nom de la station	Latitude	Longitude
Nicolet	QU02OD3004	Rivière Nicolet à Nicolet	46,2454	-72,6512
Bécancour	QU02OD9009	Fleuve Saint-Laurent, prise d'eau de l'usine de filtration de Bécancour	46,3116	-72,5460
Saint-Maurice	QU02NG3013	Rivière Saint-Maurice, prise d'eau à la station d'épuration de Trois-Rivières	46,3820	-72,6105
Saint-François	QU02OF3004	Rivière Saint-François à Pierreville	46,0664	-72,8122

Station de surveillance	Code de la station	Nom de la station	Latitude	Longitude
Yamaska	QU02OG3007	Rivière Yamaska, pont de la route 132	46,0051	-72,9101
Rivière Richelieu	QU02OJ0052	Rivière Richelieu, prise d'eau de l'usine de filtration de Sorel	46,0340	-73,1176

Tableau 3. Nouvelles stations de surveillance de la qualité de l'eau

Station de surveillance	Code de la station	Nom de la station	Latitude	Longitude
Cornwall	ON02MC0032	Fleuve Saint-Laurent, prise d'eau de l'usine de filtration de Cornwall	45,0138	-74,7908
Châteaugay	QU02OA0125	Embouchure de la rivière Châteaugay	45,3769	-73,7511
Îles-de-Boucherville	QU02OA0206	Îles-de-Boucherville	45,5966	-73,4997
Île Sainte-Thérèse	QU02OA0207	Île Sainte-Thérèse	45,6745	-73,4592
Lac Saint-Pierre Nord	QU02OC3000	Sortie du lac Saint-Pierre, rive nord	46,2802	-72,6581
Lac Saint-Pierre Sud	QU02OD9039	Sortie du lac Saint-Pierre, rive sud	46,2717	-72,6193
Saint-François	QU02OF3005	Embouchure de la rivière Saint-François	46,066	-72,8093
Île d'Orléans	QU02PH9065	Île d'Orléans	46,8403	-71,1326
Bécancour Sud	QU02PK9000	Bécancour, rive sud	46,3835	-72,4092

Méthodes

L'état des concentrations de phosphore et d'azote à chaque station de surveillance a été calculé en fonction de la fréquence à laquelle ces concentrations dépassaient les recommandations en matière de qualité de l'eau. L'état à une station de surveillance est considéré comme « bon » lorsque la concentration d'azote dépasse la recommandation de 0,65 mg N/L dans moins de 10 % des échantillons. L'état est jugé « satisfaisant » lorsque la recommandation est dépassée dans 10 % à 50 % des échantillons. L'état est considéré comme « mauvais » lorsqu'un dépassement de la recommandation se produit dans plus de 50 % des échantillons.

Aux stations où plus de 10 ans de données ont été cumulées (île Wolfe, Carillon, Lavaltrie, Saint-François et Québec), un test de Mann-Kendall avec pente de Sen a été utilisé pour déceler la présence d'une tendance statistiquement significative à la hausse ou à la baisse du phosphore total et de l'azote total au cours des 13 dernières années.³

³ Helsel DR et Hirsch RM (2020) [Statistical Methods in Water Resources](#) (en anglais seulement). Chapter 12 Trend Analysis. Statistical Methods in Water Resources: U.S. Geological Survey Techniques and Methods Book 4, Chapter A3. U.S. Geological Survey. 458 p. Consulté le 17 novembre 2023.

Renseignements supplémentaires

Recommandations en matière de qualité de l'eau

Phosphore total

Cet indicateur utilise les recommandations de l'Ontario et du Québec sur le phosphore total pour la protection de la vie aquatique, à savoir 0,03 mg P/L.⁴

Azote total

Ni l'Ontario, ni le Québec, ni le Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME) ne disposent d'une recommandation en matière de qualité de l'eau pour l'azote total. Par conséquent, une recommandation pour l'azote total a été établie pour le fleuve Saint-Laurent, conformément à l'approche du CCME fondée sur les [sources de données multiples](#) (PDF; 1,95 Mo). Une recommandation pour l'azote total de 0,65 mg N/L a ainsi été établie pour les calculs associés à cet indicateur. Elle coïncide avec la norme de rendement idéale⁵ de 0,65 mg N/L établie pour les grandes rivières de l'écozone des plaines à forêts mixtes dans le cadre de l'Initiative nationale d'élaboration de normes agroenvironnementales d'Environnement et Changement climatique Canada.⁶

Consulter l'[annexe B](#) pour davantage de précisions sur la manière dont la recommandation relative à l'azote total a été établie.

Calcul de l'état des concentrations de phosphore et d'azote dans le fleuve Saint-Laurent

L'état du phosphore à chacune des 13 stations de surveillance de la qualité de l'eau a été calculé en comparant les concentrations de phosphore total à la recommandation sur la qualité de l'eau pour la protection de la vie aquatique de 0,03 mg P/L.⁷ De même, l'état de l'azote à chaque station de surveillance a été déterminé en comparant les concentrations d'azote total à la recommandation pour l'azote total pour la protection de la vie aquatique du Saint-Laurent de 0,65 mg N/L (voir l'[annexe B](#)).

On a fait la somme du nombre de fois où les concentrations de phosphore total et d'azote total ont dépassé les recommandations entre 2021 et 2023, puis on a divisé ce résultat par le nombre total d'échantillons prélevés au cours de la même période. L'état de chaque station a ainsi été déterminé à partir du pourcentage d'échantillons dépassant les recommandations.

- État « bon » = moins de 10 % des échantillons dépassent les recommandations.
- État « satisfaisant » = 10 % à 50 % des échantillons dépassent les recommandations.
- État « mauvais » = plus de 50 % des échantillons dépassent les recommandations.

Répercussions de la COVID-19 sur le calcul des indicateurs

En raison des mesures sanitaires liées à la pandémie de COVID-19, certaines activités d'échantillonnage et analyses en laboratoire ont été annulées en 2020 et en 2021. Cette perturbation a entraîné des lacunes dans les données de toutes les stations d'échantillonnage. Pour cette raison, la comparaison des résultats d'une année à l'autre et d'une station à l'autre devrait être interprétée à titre indicatif seulement.

⁴ Ministère de l'Environnement et de l'Énergie de l'Ontario (1994). [Water Management Policies, Guidelines, Provincial Water Quality Objectives](#) (en anglais seulement). Gouvernement du Canada (2008). [Document technique à l'intention des praticiens de l'indicateur de la qualité de l'eau chargés de faire rapport dans le cadre de l'initiative des Indicateurs canadiens de durabilité de l'environnement \(ICDE\) de 2008](#). Environnement et Changement climatique Canada et Statistique Canada. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (2009). [Critères de qualité de l'eau de surface : phosphore total \(en P\)](#). Consulté le 8 janvier 2021.

⁵ Une norme de rendement idéale est un objectif à long terme décrivant l'état désiré de qualité environnementale, ce qui la rend comparable à une recommandation sur la qualité de l'eau. Elle se distingue d'une norme de rendement réalisable, qui décrit la qualité de l'environnement que l'on peut atteindre au moyen de la technologie actuelle.

⁶ Chambers PA *et al.* (2009). Nitrogen and Phosphorus Standards to Protect the Ecological Condition of Canadian Streams, Rivers and Coastal Waters (en anglais seulement). Rapport de synthèse n° 11 de l'Initiative nationale d'élaboration de normes agroenvironnementales Environnement Canada. Gatineau (Québec) 79 p.

⁷ United States Environmental Protection Agency (2000b) [Ecoregional Nutrient Criteria Documents for Rivers and Streams: Nutrient Ecoregion VII: Mostly Glaciated Dairy Region](#) (en anglais seulement) (PDF; 331 ko). N° de rapport : EPA-822-B-00-018. Consulté le 17 novembre 2023.

Stations de Carillon, de Lavaltrie, de Saint-François et de Québec : les données sont manquantes pour la période d'avril à décembre 2020, l'année 2021 au complet et la période de janvier à avril 2022.

Station de l'île Wolfe : les données sont manquantes pour les mois d'avril à décembre 2020, de janvier à octobre 2021, de janvier à février 2022 et de février à avril 2023.

Analyse des tendances

Exigences en matière de données

Lorsqu'on analyse les tendances environnementales, plus la quantité de données disponibles est importante, plus la puissance du test statistique est élevée. Pour qu'une station soit incluse dans le rapport d'analyse des tendances, il fallait disposer d'au moins 10 ans de données. Toutes les stations ont satisfait à cette exigence pour le phosphore total et l'azote total.

Stations échantillonnées tout au long de l'année

À l'exception de l'île Wolfe, qui a fait l'objet d'un échantillonnage hebdomadaire, les stations ont généralement été échantillonnées mensuellement tout au long de l'année. L'ensemble de données de chaque station a été trié selon la date d'échantillonnage, de la plus ancienne à la plus récente. Les valeurs en double (répétitions) ont été supprimées, puis chaque échantillon a été associé à un mois en fonction de la date d'échantillonnage. Pour corriger les différences de fréquence d'échantillonnage dans les données et pour minimiser les problèmes d'analyse liés à la corrélation sérielle dans les données, un échantillon par mois (intervalle approximatif de 30 jours) a été sélectionné pour l'analyse. Le comptage du nombre de jours entre les dates d'échantillonnage a été réalisé au moyen d'une fonction Excel. Lorsque plus d'un échantillon avait été prélevé au cours d'un même mois, les échantillons excédentaires ont été retirés de l'ensemble de données en s'appuyant sur l'intervalle souhaité de 30 jours entre les échantillons. La moyenne des échantillons de chaque année a ensuite été calculée pour l'analyse, ce qui donne une valeur par an. L'analyse a été exécutée dans l'environnement logiciel R, avec le progiciel Kendall.

Stations échantillonnées de manière saisonnière

De 2010 à 2020, les échantillons à l'embouchure de la rivière Saint-François ont été prélevés de manière hebdomadaire, de mai à septembre. Dans l'ensemble de données provenant de cette station, chaque échantillon a été associé à l'une des 22 semaines qui couvrent la période du 1er mai au 1er octobre. Pour corriger les différences de fréquence d'échantillonnage dans les données et pour minimiser les problèmes d'analyse liés à la corrélation sérielle dans les données, un seul échantillon par semaine, selon un intervalle d'environ 7 jours, a été sélectionné pour l'analyse. Seules les semaines 9 à 17 (du 26 juin au 27 août) comptaient suffisamment d'échantillons au cours de la période de 10 ans pour permettre une analyse des tendances. La moyenne des échantillons de chaque année a ensuite été calculée pour l'analyse, ce qui donne une valeur par an. L'analyse a été exécutée dans l'environnement logiciel R, avec le progiciel Kendall.

Tableau 4. Résultats de l'analyse de Mann-Kendall exécutée dans R pour le phosphore total, de 2010 à 2023

Station de surveillance	Paramètre	Valeur <i>tau</i>	Valeur <i>p</i> bilatérale	Pente de Sen
Île Wolfe	Phosphore total	-0,209	0,324	s. o.
Carillon	Phosphore total	0,308	0,161	s. o.
Lavaltrie	Phosphore total	-0,606	0,007	-0,001
Saint-François	Phosphore total	-0,485	0,034	0,000
Québec	Phosphore total	0,121	0,631	s. o.

Remarque : s. o. = sans objet.

Tableau 5. Résultats de l'analyse de Mann-Kendall exécutée dans R pour l'azote total, de 2010 à 2023

Station de surveillance	Paramètre	Valeur <i>tau</i>	Valeur <i>p</i> bilatérale	Pente de Sen
Île Wolfe	Azote total	-0,187	0,381	s. o.
Carillon	Azote total	0,256	0,246	s. o.
Lavaltrie	Azote total	0,154	0,502	s. o.
Saint-François	Azote total	0,303	0,193	s. o.
Québec	Azote total	-0,154	0,502	s. o.

Remarque : s. o. = sans objet.

Interprétation des tendances

L'analyse a été réalisée au moyen du progiciel Kendall (version 2.2.1, 2011) dans le logiciel statistique R (version 4.2.2, 2022), avec pour objectif de déceler la présence de tendances statistiquement significatives dans les concentrations de phosphore total et d'azote total entre 2010 et 2023. Les résultats statistiques de l'analyse de Mann-Kendall qui concernent le phosphore total sont présentés dans le tableau 4, et ceux qui concernent l'azote total sont présentés dans le tableau 5.

La force de la relation entre les concentrations de phosphore ou d'azote et la date d'échantillonnage a été mesurée au moyen du *tau* de Kendall.

- Une valeur *tau* de 0 indique qu'il n'y a pas de relation entre les concentrations de phosphore ou d'azote et le temps (c'est-à-dire qu'il n'y a aucune augmentation ni diminution constante du phosphore ou de l'azote au fil du temps).
- Une valeur *tau* de 1 indique une forte relation positive entre les concentrations de phosphore ou d'azote et le temps (c'est-à-dire que la concentration de phosphore ou d'azote augmente constamment avec le temps).
- Une valeur *tau* de -1 indique une forte relation négative entre les concentrations de phosphore ou d'azote et le temps (c'est-à-dire que la concentration de phosphore ou d'azote diminue constamment avec le temps).

Le degré de significativité statistique de l'éventuelle tendance observée dans les données au fil du temps a été déterminé au moyen de la valeur *p* bilatérale. Une valeur *p* inférieure ou égale à 0,05 indique une preuve suffisante que les données présentent effectivement une tendance. En outre, une valeur *p* inférieure à 0,01 indique une preuve solide de la présence d'une tendance dans les données. À l'inverse, une valeur *p* supérieure à 0,05 indique l'absence d'une preuve suffisante de la présence d'une tendance dans les données.

Lorsque la valeur *p* indiquait une tendance, la rapidité avec laquelle les concentrations de phosphore ou d'azote évoluent dans le temps a été déterminée au moyen de la pente de Sen. Une valeur de pente de 0 indique une tendance stable, donc sans augmentation ni diminution.

Récents changements

Six (6) stations ont été mises hors service en 2019 et en 2020 : Saint-Maurice, Saint-François, Nicolet, Bécancour, Yamaska et Richelieu. Neuf (9) stations ont été ajoutées en mai 2022 : Cornwall, Châteaugay, Îles-de-Boucherville, île Sainte-Thérèse, lac Saint-Pierre Nord, lac Saint-Pierre Sud, Saint-François, île d'Orléans et Bécancour Sud. Il est à noter que la station QU02OF3004 à Saint-François a été retirée et déplacée vers une nouvelle station (QU02OF3005), mais pour les besoins de cet indicateur, ces 2 stations sont considérées comme une seule.

Dans la version précédente de l'indicateur, toutes les stations de surveillance (10) répondaient aux exigences minimales en matière de données pour l'analyse des tendances du phosphore et de l'azote. Dans la version actuelle, seules les stations qui n'ont pas été retirées en 2019 et 2020 (île Wolfe, Carillon, Lavaltrie et Québec) ainsi que la station de Saint-François répondent à ces exigences. Se reporter à la section [Méthodes](#) pour de plus amples renseignements sur l'analyse des tendances.

Dans la version précédente de l'indicateur, la recommandation sur l'azote utilisée était de 0,63 mg N/L. Cette recommandation a été mise à jour à 0,65 mg N/L dans la version actuelle. Pour de plus amples précisions sur la méthodologie utilisée dans le calcul de la recommandation sur l'azote pour la période de 2021 à 2023, consulter l'[annexe B](#).

Dans la version précédente de l'indicateur, les tendances dans le temps étaient présentées dans un diagramme en boîte. La version actuelle présente plutôt ces tendances au moyen d'une figure qui indique la concentration de chaque échantillon prélevé au fil du temps.

Dans la version précédente de l'indicateur, 12 échantillons par an étaient analysés au moyen d'un test saisonnier de Kendall pour déterminer les tendances. Dans la version actuelle, les tendances sont déterminées à partir de la valeur moyenne de chaque année au moyen de la pente de Sen afin de tenir compte des données aberrantes.

Mises en garde et limites

L'indicateur témoigne de l'état de la qualité de l'eau du fleuve Saint-Laurent en fonction des concentrations de phosphore total et d'azote total. Ces concentrations ne présentent pas l'effet des déversements ou d'autres événements transitoires, à moins qu'ils ne soient fréquents ou de longue durée.

Il convient d'être prudent lorsque l'on compare ces indicateurs avec des indicateurs similaires pour les lacs. Dans les rivières, les concentrations de phosphore total sont influencées par les particules en suspension dans l'eau, qui augmentent lors des épisodes de fort débit. Les concentrations élevées d'azote total sont le résultat d'un ruissellement important lié aux précipitations, qui retire l'azote des sols. Cette situation est différente dans les écosystèmes lacustres, puisque, généralement, les particules en suspension se déposent au fond. Il demeure toutefois raisonnable de comparer les systèmes lacustres et fluviaux, à condition que les méthodes utilisées pour déterminer les catégories de qualité de l'eau soient claires.

Ressources

Références

- Conseil canadien des ministres de l'environnement (2016). [Guide pour l'élaboration de recommandations sur les éléments nutritifs dans les cours d'eau](#) (PDF; 1,95 Mo). Consulté le 19 novembre 2023.
- Chambers PA, Guy M, Dixit SS, Benoy GA, Brua RB, Culp JM, McGoldrick D, Upsdell BL et Vis C (2009). Nitrogen and Phosphorus Standards to Protect the Ecological Condition of Canadian Streams, Rivers and Coastal Waters (en anglais seulement). Rapport de synthèse n° 11 de l'Initiative nationale d'élaboration de normes agroenvironnementales Environnement Canada. Gatineau (Québec) 79 p.
- Gouvernement du Canada (2008). [Document technique à l'intention des praticiens de l'indicateur de la qualité de l'eau chargés de faire rapport dans le cadre de l'initiative des Indicateurs canadiens de durabilité de l'environnement \(ICDE\) de 2008](#). Environnement et Changement climatiques Canada et Statistique Canada. Consulté le 19 novembre 2023.
- Goyette JO Bennet EM, Howarth RW et Maranger R. (2016). [Changes in anthropogenic nitrogen and phosphorus inputs to the St. Lawrence sub-basin over 110 years and impacts on riverine export](#) (en anglais seulement). Global Biogeochemical Cycles 30(7): 1000-1014. Consulté le 26 mars 2024.
- Hudon C, Gagnon P, Rondeau M, Hébert S, Gilbert D, Hill B, Patoine M et Starr M (2017). [Hydrological and biological processes modulate carbon, nitrogen and phosphorus flux from the St. Lawrence River to its estuary \(Quebec, Canada\)](#) (en anglais seulement). Biogeochemistry 135:251-276. Consulté le 19 novembre 2023.
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (2009). [Critères de qualité de l'eau de surface : phosphore total \(en P\)](#). Consulté le 19 novembre 2023.
- Ministère de l'Environnement et de l'Énergie de l'Ontario (1994). [Water Management Policies, Guidelines, Provincial Water Quality Objectives](#) (en anglais seulement). Consulté le 19 novembre 2023.
- [U.S. EPA] United States Environmental Protection Agency (2000a) [Nutrient Criteria Technical Guidance Manual: Rivers and Streams](#) (en anglais seulement). N° de rapport : EPA-822-B-00-002. Consulté le 19 novembre 2023.

[U.S. EPA] United States Environmental Protection Agency (2000b). [Ecoregional Nutrient Criteria Documents for Rivers and Streams: Mostly Glaciated Dairy Region](#) (PDF; 331 ko) (en anglais seulement). N° de rapport : EPA-822-B-00-018. Consulté le 19 novembre 2023.

[U.S. EPA] United States Environmental Protection Agency (2001) [Ecoregional Nutrient Criteria Documents for Rivers and Streams in Nutrient Ecoregion VIII: Nutrient-Poor, Largely Glaciated Upper Midwest and Northeast](#) (PDF; 2,53 MB) (en anglais seulement). N° de rapport : EPA-822-B-01-015. Consulté le 19 novembre 2023.

Renseignements connexes

Environnement et changement climatique Canada (2015). [Phosphorus in aquatic ecosystems](#) (en anglais seulement). Consulté le 19 novembre 2023.

Gouvernements du Canada et du Québec (2015). [Plan d'action Saint-Laurent 2011-2026](#). Consulté le 19 novembre 2023.

Environnement et Changement climatique Canada (2017). [Fleuve Saint-Laurent : du phosphore à l'embouchure de tributaires du lac Saint-Pierre](#). Consulté le 19 novembre 2023.

Annexes

Annexe A. Tableaux des données utilisées pour les figures du présent document

Tableau A.1. Données pour la Figure 1. État de dépassement des concentrations de phosphore total et d'azote total pour la période de 2021 à 2023 dans le fleuve Saint-Laurent, au Canada

Station de surveillance	Dépassement de la recommandation sur le phosphore total entre 2021 et 2023 (pourcentage)	État du phosphore total	Dépassement de la recommandation sur l'azote total entre 2021 et 2023 (pourcentage)	État de l'azote total
Île Wolfe	0	Bon	17	Satisfaisant
Cornwall	0	Bon	9	Bon
Châteaugay	92	Mauvais	100	Mauvais
Carillon	8	Bon	33	Satisfaisant
Îles-de-Boucherville	0	Bon	0	Bon
Île Sainte-Thérèse	50	Satisfaisant	100	Mauvais
Lavaltrie	69	Mauvais	69	Mauvais
Saint-François	27	Satisfaisant	100	Mauvais
Lac Saint-Pierre Nord	100	Mauvais	83	Mauvais
Lac Saint-Pierre Sud	88	Mauvais	88	Mauvais
Bécancour Sud	33	Satisfaisant	50	Satisfaisant
Québec	54	Mauvais	20	Satisfaisant
Île d'Orléans	0	Bon	0	Bon

Remarque : Pour les besoins de cet indicateur, les recommandations sont de 0,03 mg P/L pour le phosphore et de 0,65 mg N/L pour l'azote. Pour de plus amples renseignements sur les recommandations et les catégories de qualité de l'eau, se référer à la section [Sources des données et méthodes](#).

Source : Environnement et Changement climatique Canada (2023)

Tableau A.2. Données pour la Figure 2. Concentrations annuelles de phosphore dans les échantillons de 5 stations de surveillance de la qualité de l'eau le long du fleuve Saint-Laurent, de 2010 à 2023

Station de surveillance	Année	Pourcentage d'échantillons dépassant la recommandation sur le phosphore	Nombre d'échantillons
Île Wolfe	2010	15	26
Île Wolfe	2011	0	13
Île Wolfe	2012	0	30
Île Wolfe	2013	11	65
Île Wolfe	2014	7	28
Île Wolfe	2015	18	33
Île Wolfe	2016	24	63

Station de surveillance	Année	Pourcentage d'échantillons dépassant la recommandation sur le phosphore	Nombre d'échantillons
Île Wolfe	2017	42	55
Île Wolfe	2018	6	48
Île Wolfe	2019	8	52
Île Wolfe	2020	0	11
Île Wolfe	2021	0	2
Île Wolfe	2022	0	39
Île Wolfe	2023	0	2
Carillon	2010	0	11
Carillon	2011	0	14
Carillon	2012	0	14
Carillon	2013	29	14
Carillon	2014	14	14
Carillon	2015	21	14
Carillon	2016	14	14
Carillon	2017	36	14
Carillon	2018	14	14
Carillon	2019	36	14
Carillon	2020	0	2
Carillon	2021	s. o.	0
Carillon	2022	0	8
Carillon	2023	20	5
Lavaltrie	2010	100	12
Lavaltrie	2011	92	12
Lavaltrie	2012	75	12
Lavaltrie	2013	100	13
Lavaltrie	2014	92	12
Lavaltrie	2015	100	12
Lavaltrie	2016	91	12
Lavaltrie	2017	100	12
Lavaltrie	2018	100	12
Lavaltrie	2019	92	12
Lavaltrie	2020	50	2
Lavaltrie	2021	s. o.	0
Lavaltrie	2022	63	8
Lavaltrie	2023	80	5
Saint-François	2010	33	15

Station de surveillance	Année	Pourcentage d'échantillons dépassant la recommandation sur le phosphore	Nombre d'échantillons
Saint-François	2011	57	14
Saint-François	2012	43	7
Saint-François	2013	56	9
Saint-François	2014	0	9
Saint-François	2015	42	12
Saint-François	2016	38	16
Saint-François	2017	18	17
Saint-François	2018	41	17
Saint-François	2019	24	17
Saint-François	2020	s. o.	0
Saint-François	2021	s. o.	0
Saint-François	2022	38	8
Saint-François	2023	0	3
Québec	2010	29	17
Québec	2011	47	17
Québec	2012	29	17
Québec	2013	60	15
Québec	2014	59	17
Québec	2015	65	17
Québec	2016	71	17
Québec	2017	59	17
Québec	2018	65	17
Québec	2019	59	17
Québec	2020	0	2
Québec	2021	s. o.	0
Québec	2022	38	8
Québec	2023	80	5

Remarque : s. o. = sans objet. Pour les besoins de cet indicateur, la recommandation sur le phosphore est de 0,03 mg P/L. Les échantillons de l'embouchure de la rivière Saint-François ont été prélevés de mai à septembre seulement entre 2010 et 2020.

Source : Environnement et Changement climatique Canada (2023)

Tableau A.3. Données pour la Figure 3. Données pour la Figure 3. Concentrations annuelles d'azote dans les échantillons de 5 stations de surveillance de la qualité de l'eau le long du fleuve Saint-Laurent, de 2010 à 2023

Station de surveillance	Année	Pourcentage d'échantillons dépassant la recommandation sur l'azote	Nombre d'échantillons
Île Wolfe	2010	42	24
Île Wolfe	2011	0	13
Île Wolfe	2012	7	30
Île Wolfe	2013	15	65
Île Wolfe	2014	29	28
Île Wolfe	2015	61	31
Île Wolfe	2016	68	63
Île Wolfe	2017	60	55
Île Wolfe	2018	44	48
Île Wolfe	2019	28	52
Île Wolfe	2020	27	11
Île Wolfe	2021	0	2
Île Wolfe	2022	28	39
Île Wolfe	2023	42	24
Carillon	2010	9	11
Carillon	2011	21	14
Carillon	2012	14	14
Carillon	2013	21	14
Carillon	2014	29	14
Carillon	2015	29	14
Carillon	2016	21	14
Carillon	2017	43	14
Carillon	2018	36	14
Carillon	2019	29	14
Carillon	2020	0	2
Carillon	2021	s. o.	0
Carillon	2022	13	8
Carillon	2023	60	5
Lavaltrie	2010	100	12
Lavaltrie	2011	92	12
Lavaltrie	2012	83	12
Lavaltrie	2013	100	12
Lavaltrie	2014	92	12
Lavaltrie	2015	92	11
Lavaltrie	2016	83	12
Lavaltrie	2017	100	12

Station de surveillance	Année	Pourcentage d'échantillons dépassant la recommandation sur l'azote	Nombre d'échantillons
Lavaltrie	2018	100	12
Lavaltrie	2019	67	12
Lavaltrie	2020	100	2
Lavaltrie	2021	s. o.	0
Lavaltrie	2022	63	8
Lavaltrie	2023	80	5
Saint-François	2010	93	15
Saint-François	2011	93	14
Saint-François	2012	100	7
Saint-François	2013	89	9
Saint-François	2014	89	9
Saint-François	2015	92	12
Saint-François	2016	100	16
Saint-François	2017	94	17
Saint-François	2018	94	17
Saint-François	2019	94	17
Saint-François	2020	s. o.	0
Saint-François	2021	s. o.	0
Saint-François	2022	100	8
Saint-François	2023	100	3
Québec	2010	47	17
Québec	2011	41	17
Québec	2012	44	16
Québec	2013	60	15
Québec	2014	53	17
Québec	2015	65	17
Québec	2016	59	17
Québec	2017	59	17
Québec	2018	41	17
Québec	2019	35	17
Québec	2020	0	2
Québec	2021	s. o.	0
Québec	2022	25	8
Québec	2023	47	17

Remarque : s. o. = sans objet. Pour les besoins de cet indicateur, la recommandation sur l'azote est de 0,63 mg N/L. Les échantillons de l'embouchure de la rivière Saint-François ont été prélevés de mai à septembre seulement entre 2010 et 2020.

Source : Environnement et Changement climatique Canada (2023)

Annexe B. Une recommandation sur l'azote total pour protéger les conditions écologiques du Saint-Laurent

Ni le gouvernement de l'Ontario, ni celui du Québec, ni le Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME) ne disposent d'une recommandation en matière de qualité de l'eau sur l'azote total. Afin d'élaborer une recommandation pour l'indicateur, des recherches et des analyses ont été effectuées en suivant l'approche des sources de données multiples décrite dans le [Guide pour l'élaboration de recommandations sur les éléments nutritifs dans les cours d'eau](#) du CCME (PDF; 1,95 Mo). Selon cette approche, un certain nombre d'étapes consécutives sont recommandées pour formuler une recommandation finale. Un résumé des principales étapes suivies pour élaborer la recommandation de 0,65 mg d'azote par litre aux fins du calcul des indicateurs sur les éléments nutritifs dans le fleuve Saint-Laurent est présenté ci-dessous.

Il est important de noter que cette recommandation a été conçue pour être utilisée dans le cadre de cet indicateur et qu'elle peut ne pas inclure toutes les données possibles. Si une recommandation officielle sur l'azote total est élaborée pour le fleuve Saint-Laurent, elle remplacera la recommandation obtenue selon la présente méthode.

Étape 1. Définition de la région d'intérêt

Pour les besoins des indicateurs et de l'analyse effectuée, le fleuve Saint-Laurent est défini comme le cours qui s'étend de la sortie du lac Ontario, à l'île Wolfe, jusqu'à la ville de Québec.

Description du site

Le fleuve Saint-Laurent est un très grand fleuve qui draine un bassin hydrographique de 1 610 000 km². Il est situé dans l'écorégion des basses terres du Saint-Laurent de l'écozone des plaines à forêts mixtes. Environ 60 % de la région est constituée de terres agricoles cultivées de manière intensive, sur lesquelles prédominent des systèmes de production laitière et d'agriculture mixte. L'aménagement urbain y est également important. L'utilisation des terres est de plus en plus intensive, et les charges en éléments nutritifs tendent à augmenter dans les ruisseaux et les rivières. Le climat de l'écorégion des basses terres du Saint-Laurent est de type continental humide, avec des hivers très froids et des étés très chauds. Les rivières des régions humides ont tendance à contenir plus d'eau, toute l'année.

Le fleuve s'est formé vers la fin de la dernière période glaciaire lorsque des failles ont entraîné l'enfoncement de la zone environnante (une vallée de rift), qui a ensuite été inondée par l'eau de l'océan Atlantique. Il forme une grande partie du contour sud-ouest du Bouclier canadien au Québec.

Étape 2. Détermination des résultats visés et choix des variables guides

L'objectif de cette recommandation sur l'azote est de prévenir l'eutrophisation du fleuve et du golfe du Saint-Laurent causée par l'azote total.

Étape 3. Classification des cours d'eau

Le fleuve Saint-Laurent est un très vaste écosystème fluvial. Dans ce type de systèmes, les relations entre les communautés aquatiques et les éléments nutritifs peuvent être perturbées par des facteurs physiques qui exercent leur influence dans le temps et l'espace à l'échelle locale. Cette influence s'exerce aussi tout au long du continuum de taille des rivières, des petits ruisseaux aux grands fleuves. La qualité de l'eau des ruisseaux est plus sensible à des changements hydrologiques soudains que celle des rivières, et l'abondance et la composition des communautés végétales et animales varient en fonction de la taille des cours d'eau. C'est pourquoi il est nécessaire d'établir des normes distinctes pour chaque rivière afin d'en protéger les conditions écologiques.

Comme il était nécessaire d'avoir une valeur unique à l'ensemble du fleuve pour permettre la comparaison entre les stations, celui-ci n'a pas été divisé en sous-régions distinctes pour l'établissement de la présente recommandation.

Étape 4. Collecte et analyse des données

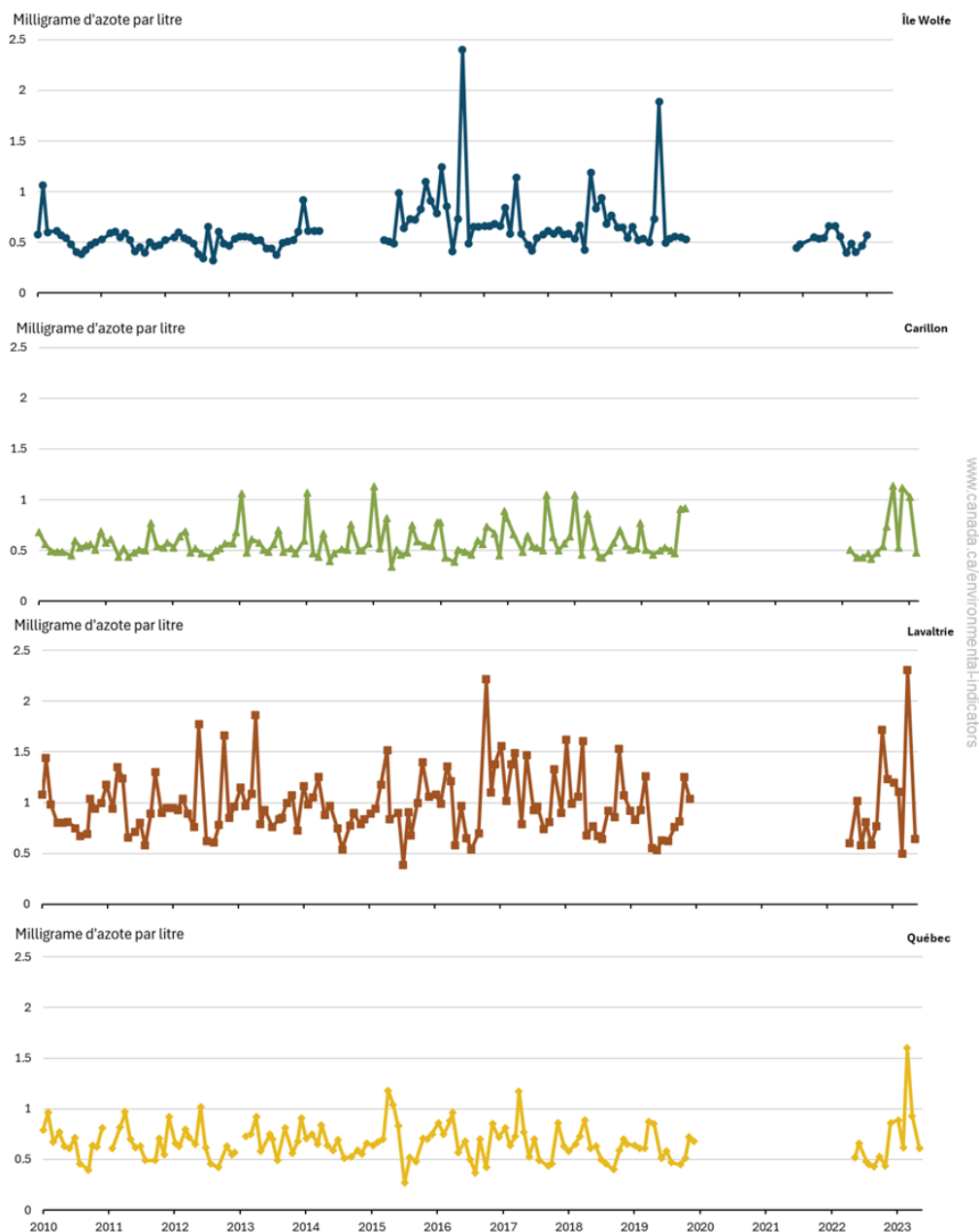
Les données sur le phosphore total et l'azote total ont été obtenues auprès du programme de surveillance de la qualité de l'eau douce d'Environnement et Changement climatique Canada.

Tendances spatiales observées dans les données (figure B.1; tableau B.3) :

- Les concentrations d'azote total dans le fleuve tendent à être plus faibles en été et plus élevées en hiver.

- Les concentrations d'azote total augmentent entre l'île Wolfe et Lavaltrie, puis diminuent à la station de Québec.
 - Les concentrations d'azote total à Lavaltrie sont influencées par les effluents d'eaux usées de la région de Montréal.

Figure B.1. Données sur l'azote total pour 4 stations de surveillance de la qualité de l'eau du fleuve Saint-Laurent, 2010 à 2023.



Remarque : Cette figure présente une synthèse des concentrations d'azote mesurées aux stations de surveillance de l'île Wolfe, de Carillon, de Lavaltrie et de Québec, de 2010 à 2023. Les stations sont présentées d'ouest en est, de l'île Wolfe à Québec.

Source : Environnement et Changement climatique Canada (2023)

Étape 5. Recension des écrits

Des valeurs recommandées existantes pour le fleuve Saint-Laurent ont été trouvées dans des publications scientifiques et des documents parallèles. Les exemples ci-dessous étaient les plus pertinents.

Chambers *et al.* (2009)

Des normes de rendement idéales pour les moyennes et grandes rivières drainant des régions agricoles au Canada ont été élaborées selon deux méthodes d'analyse de données. La première méthode consiste à estimer les concentrations de fond en éléments nutritifs en calculant les 25^e percentiles du phosphore total et de l'azote total, selon la méthode pour l'établissement de critères sur les éléments nutritifs de l'Environmental Protection Agency des États-Unis (U.S. EPA, 2000a). La deuxième méthode consiste à explorer les relations entre les éléments nutritifs (phosphore total et azote total) et la biomasse algale benthique ou sestonique, exprimée sous forme de chlorophylle A, au moyen d'une régression linéaire multiple séquentielle sur le logarithme en base 10 des données.

Les résultats de l'analyse ont produit une recommandation suggérée de 0,63 mg/L pour l'azote total dans les grandes rivières des plaines à forêts mixtes. Chambers et ses collaborateurs ont également recommandé une norme de rendement idéale de 0,100 mg N/L pour l'azote total dans les eaux côtières de l'Île-du-Prince-Édouard. Cette valeur est presque 7 fois plus faible que les concentrations actuellement observées à la station de Québec.

Mises en garde

Les rivières dont les bassins versants dépassent 10 000 km² ont été considérées comme trop grandes pour être incluses dans l'analyse.

En n'utilisant que les 25^e percentiles, les méthodes s'écartent de l'approche de l'EPA; ce choix a été fait pour deux raisons. Premièrement, compte tenu de la quantité de données contenues dans la base de données sur les eaux douces et du nombre de sources de données disparates, il n'a pas été possible de déterminer si un site pouvait être considéré comme un site de référence ou comme un site faiblement touché. Deuxièmement, les données provenaient de rivières drainant des zones agricoles, et qui sont donc touchées. Les méthodes s'écartent également de la méthode de l'EPA en analysant des données de grandes rivières collectées sur une période de 20-ans, entre 1985 et 2005, au lieu de la période recommandée de 10-ans.

Environmental Protection Agency des États-Unis (U.S. EPA, 2000b)

Les critères écorégionaux de l'EPA en matière d'éléments nutritifs visent à lutter contre l'eutrophisation causée par les cultures. Ces critères, ou recommandations, sont calculés de manière empirique pour représenter les conditions des eaux de surface qui sont peu touchées par les activités humaines et qui sont sans danger pour la vie aquatique et les usages récréatifs.

Le document présente les critères recommandés par l'EPA concernant l'azote total dans les rivières et les ruisseaux de l'écorégion d'éléments nutritifs VII (région laitière principalement glaciaire), établis selon les procédures décrites dans le guide technique (U.S. EPA, 2000a). Les critères des conditions de référence s'appuient sur les 25^e percentiles de l'ensemble des données sur les éléments nutritifs, y compris une comparaison des conditions de référence de l'écorégion globale par rapport à celles des sous-écorégions.

L'analyse a permis de suggérer des recommandations sur l'azote total pour l'ensemble de l'écorégion, ainsi que pour les sous-écorégions les plus proches du fleuve Saint-Laurent (tableau B.1).

Tableau B.1. Recommandations sur l'azote total suggérées pour l'écorégion d'éléments nutritifs VII des États-Unis, soit la région laitière principalement glaciaire

Nom	Recommandation sur l'azote total suggérée (milligrammes d'azote par litre)
Écorégion globale VII	0,54 (consignée)
Écorégion globale VII	0,54 (calculée)
Sous-écorégion 83 — Est des Grands Lacs et basses terres de la baie d'Hudson	0,48 (consignée)
Sous-écorégion 83 — Est des Grands Lacs et basses terres de la baie d'Hudson	0,50 (calculée)

Mises en garde

Les critères sur les éléments nutritifs sont calculés uniquement pour les cours d'eau accessibles à gué aux États-Unis, dont les bassins hydrographiques sont généralement beaucoup plus petits que 10 000 km².

Environmental Protection Agency des États-Unis (U.S. EPA, 2001)

L'analyse présentée dans ce document est la même que celle de l'écorégion d'éléments nutritifs VII (U.S. EPA, 2000b), sauf qu'elle porte sur l'écorégion d'éléments nutritifs VIII, à savoir le Haut-Midwest et le nord-est largement glaciaires et pauvres en éléments nutritifs) (tableau B.2).

Tableau B.2. Recommandations sur l'azote total suggérées pour l'écorégion d'éléments nutritifs VIII des États-Unis (Haut-Midwest et nord-est largement glaciaires et pauvres en éléments nutritifs)

Nom	Recommandation sur l'azote total suggérée (milligrammes d'azote par litre)
Écorégion globale VIII	0,38 (consignée)
Sous-écorégion 58 — Hautes terres du Nord-Est	0,42 (consignée)
Sous-écorégion 58 — Hautes terres du Nord-Est	0,26 (calculée)

Étape 6. Collecte et analyse des données

Les techniques de calcul des recommandations suivantes ont été appliquées aux données des quatre stations de surveillance de la qualité de l'eau du fleuve Saint-Laurent. L'EPA recommande d'effectuer l'analyse avec 10 ans de données, mais au moment du calcul, on ne disposait que de six années de données pour le fleuve Saint-Laurent.

Environmental Protection Agency des États-Unis (U.S. EPA, 2000a)

Pour calculer les critères relatifs aux éléments nutritifs, l'EPA recommande d'utiliser le 75^e percentile de 10 années de données de surveillance provenant de sites de référence ou de sites faiblement touchés par les activités humaines. En l'absence de données de référence adéquates, les calculs peuvent être effectués en se servant du 25^e percentile de l'ensemble des sites de surveillance (tableau B.3).

Pour l'analyse du 25^e percentile dans le fleuve Saint-Laurent, toutes les données sur l'azote total de chaque station ont été combinées en une valeur médiane unique pour chaque saison. Le 25^e percentile de ces médianes a ensuite été calculé pour chaque saison (tableau B.3). La valeur médiane des 4 valeurs de 25^e percentile saisonnier est considérée comme la norme. Le résultat de cette analyse est une recommandation sur l'azote de 0,65 mg N/L (tableau B.4).

Tableau B.3. Résumé des données sur l'azote total pour le fleuve Saint-Laurent, de 2013 à 2023

Station de surveillance	Saison	Nombre d'enregistrements pour l'azote total	Minimum (milligrammes d'azote par litre)	25 ^e percentile (milligrammes d'azote par litre)	Médiane (milligrammes d'azote par litre)	75 ^e percentile (milligrammes d'azote par litre)	Maximum (milligrammes d'azote par litre)
Île Wolfe	Année entière	88	0,386	0,510	0,574	0,664	2,399
Île Wolfe	Printemps	21	0,516	0,547	0,587	0,663	1,246
Île Wolfe	Été	21	0,386	0,438	0,510	0,665	2,399
Île Wolfe	Automne	26	0,401	0,486	0,561	0,676	1,887
Île Wolfe	Hiver	23	0,453	0,554	0,612	0,674	1,099
Carillon	Année entière	99	0,340	0,490	0,530	0,670	1,140
Carillon	Printemps	25	0,390	0,473	0,520	0,820	1,130

Station de surveillance	Saison	Nombre d'enregistrements pour l'azote total	Minimum (milligrammes d'azote par litre)	25 ^e percentile (milligrammes d'azote par litre)	Médiane (milligrammes d'azote par litre)	75 ^e percentile (milligrammes d'azote par litre)	Maximum (milligrammes d'azote par litre)
Carillon	Été	24	0,340	0,455	0,495	0,530	0,670
Carillon	Automne	24	0,470	0,505	0,585	0,740	1,050
Carillon	Hiver	26	0,450	0,520	0,555	0,630	1,140
Lavaltrie	Année entière	97	0,390	0,770	0,930	1,150	2,310
Lavaltrie	Printemps	25	0,530	0,770	0,930	1,260	2,310
Lavaltrie	Été	24	0,390	0,628	0,720	0,818	0,960
Lavaltrie	Automne	24	0,730	0,855	1,050	1,270	2,220
Lavaltrie	Hiver	24	0,500	0,963	1,070	1,165	1,620
Québec	Année entière	99	0,270	0,530	0,650	0,750	1,600
Québec	Printemps	26	0,510	0,610	0,760	0,913	1,180
Québec	Été	24	0,270	0,450	0,490	0,543	0,810
Québec	Automne	24	0,420	0,558	0,670	0,720	0,910
Québec	Hiver	25	0,550	0,640	0,700	0,750	1,600
Fleuve entier	Année entière	383	0,270	0,521	0,650	0,860	2,399
Fleuve entier	Printemps	97	0,390	0,550	0,680	0,930	2,310
Fleuve entier	Été	93	0,270	0,460	0,521	0,670	2,399
Fleuve entier	Automne	95	0,401	0,534	0,700	0,860	2,220
Fleuve entier	Hiver	98	0,450	0,569	0,667	0,920	1,620

Tableau B.4. Vingt-cinquième (25^e) percentiles des médianes saisonnières pour chaque station le long du fleuve Saint-Laurent ainsi que pour l'ensemble des stations combinées (fleuve entier)

Station de surveillance	25 ^e percentile des médianes saisonnières (milligrammes d'azote par litre)
Île Wolfe	0,548
Carillon	0,514
Lavaltrie	0,878
Québec	0,625
Fleuve entier	0,630

L'EPA suggère également d'établir des critères à partir de tronçons de référence. Pour cette approche, elle recommande d'utiliser le 75^e percentile de la distribution de fréquence des éléments nutritifs aux sites de référence. Comme Carillon est la station la plus en amont⁸, elle peut être considérée comme le site de référence pour l'ensemble des données, même si, techniquement, la qualité de son eau n'est pas dégradée, puisqu'elle est située à l'embouchure de la rivière des Outaouais. L'azote total y est à son niveau le plus bas jusqu'à ce que l'eau

⁸ La méthodologie pour l'établissement des recommandations a été élaborée en 2016, lorsque Carillon était la station la plus en amont présentée dans les indicateurs.

atteigne la ville de Québec. Le 75^e percentile des concentrations d'azote total à Carillon est de 0,67 mg N/L (Tableau B.3).

Étape 7. Établissement de recommandations

En l'absence d'analyses plus détaillées pour évaluer la relation entre l'azote et la croissance des plantes aquatiques dans le fleuve Saint-Laurent, l'analyse présentée ici permet d'envisager une recommandation sur l'azote total. Sur la base des valeurs recommandées pour l'azote total résumées dans le tableau ci-dessous, les calculs réalisés à partir des données canadiennes pour la région aboutissent à une recommandation sur l'azote total comprise entre 0,63 mg et 0,67 mg d'azote par litre (tableau B.5). Le point médian de la fourchette, soit 0,65 mg/L, est la valeur utilisée pour calculer l'indicateur des éléments nutritifs dans le fleuve Saint-Laurent.

Tableau B.5. Comparaison des normes possibles sur l'azote total

Type de valeur	Référence de la méthode d'analyse	Recommandation sur l'azote total suggérée (milligrammes d'azote par litre)	Remarques ou commentaires
Valeur calculée	U.S. EPA (2000a)	0,63	25 ^e percentile des médianes saisonnières pour tous les sites d'une écorégion
Valeur calculée	U.S. EPA (2000a)	0,67	75 ^e percentile du site de référence (Carillon)
Valeur publiée	Chambers <i>et al.</i> (2009)	0,63	Pour les grandes rivières de l'écozone des plaines à forêts mixtes
Valeur publiée	U.S. EPA (2000b)	0,54	Cours d'eau dans l'écorégion globale VII, région laitière principalement glaciaire
Valeur publiée	U.S. EPA (2001)	0,38	Cours d'eau de l'écorégion globale VIII, Haut-Midwest et nord-est largement glaciaires et pauvres en éléments nutritifs

Pour des renseignements supplémentaires :

Environnement et Changement climatique Canada

Centre de renseignements à la population

Édifice Place Vincent Massey

351, boulevard Saint-Joseph

Gatineau (Québec) K1A 0H3

Ligne sans frais : 1-800-668-6767

Courriel : enviroinfo@ec.gc.ca