

Nom de la zone : Nord, du Date : 1 mars. 24

Catégorie de problématique : 11. Mauvaise qualité de l'eau de surface

Autre(s) nom(s) pour cette catégorie dans le PDE (facultatif) : Mauvaise qualité de l'eau

Catégorie présente : ☒

Catégorie potentiellement présente : ☒

1) Les problématiques de cette catégorie se définissent dans la zone par les éléments suivants :

## DESCRIPTION FACTUELLE

### Eau de surface

#### Suivi de la qualité des cours d'eau

##### *Suivi physico-chimique*

Les données récoltées dans le cadre du Programme de suivi de la qualité des cours d'eau du bassin versant de la rivière du Nord sont disponibles sur la plateforme interactive *iEau*. Ce programme a permis d'établir diverses statistiques en ce qui a trait aux concentrations de plusieurs contaminants dans les cours d'eau de la zone. De façon générale, les stations en tête de bassin ont une meilleure qualité de l'eau que celles à l'exutoire.

#### IQBP

Le graphique ci-dessous présente l'indice de qualité bactériologique et physico-chimique (IQBP) des cinq stations suivies par le programme Réseau-rivière. On observe une légère diminution de l'IQBP depuis 2016 pour les stations de la rivière du Nord. De plus, les résultats démontrent une dégradation de la qualité de l'eau du nord vers le sud de la rivière du Nord.

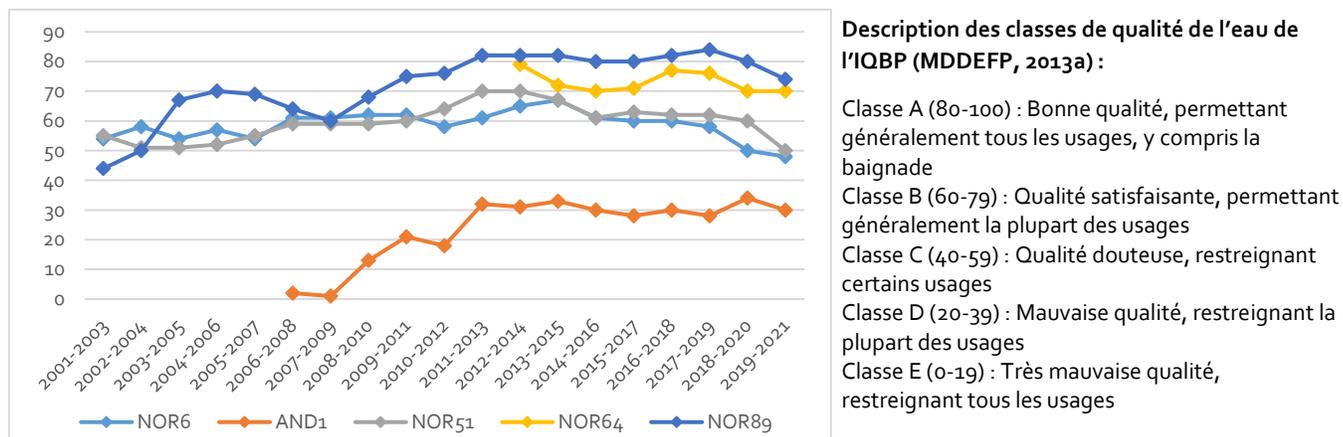


Figure 1. Indice de qualité bactériologique et physico-chimique (IQBP) pour 5 stations de 2001 à 2021

#### Tendances

Le tableau ci-dessous présente les tendances de 2007 à 2017 des différents paramètres échantillonnés à la station NOR6, la station la plus en aval de la rivière du Nord.

Tableau 2. Tendances des concentrations et des charges pour la station NOR6 selon différents paramètres de qualité de l'eau.

	Coliformes fécaux	Phosphore total	Matières en suspension	Azote total	Nitrites-Nitrates	Chlorophylle a
NOR6	Hausse	Baisse	Hausse	Hausse	Hausse	Baisse

### *Suivi des métaux, des contaminants émergents et des pesticides*

En 2010, les concentrations de métaux ont été échantillonnées six fois à la station NOR6 dans le cadre du programme Réseau-rivières. Les données sont d'ailleurs disponibles dans l'Atlas de l'eau (MELCCFP, s. d.-a). En général, les résultats sont bien en dessous des critères de vie aquatique chronique (CVAC).

Également, le Programme de suivi sur les contaminants émergents et l'état des communautés de poissons qui visait la région des Laurentides a été réalisé en 2009. Trois stations situées dans la ZGIE d'Abrinord ont été échantillonnées (amont et aval de Saint-Jérôme et aval de Lachute). Les résultats de l'étude permettent certaines observations (Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC), 2018a) :

- Les concentrations de métaux dissous sont légèrement plus élevées en aval de l'agglomération de Saint-Jérôme qu'en amont. Elles ne dépassent cependant jamais les critères de qualité;
- La toxicité pour les algues unicellulaires était pratiquement absente des échantillons.
- Les teneurs en BPC dans la chair des poissons étaient semblables à la moyenne québécoise et inférieure au critère pour la protection de la faune piscivore;
- Les concentrations en dioxines, furanes et BPC planaires transformées en toxicité pour les mammifères et oiseaux piscivores ont presque toujours dépassé le critère pour la protection de la faune piscivore;
- Les teneurs en polybromodiphényléthers (PBDE) et en polychloronaphtalènes (PCN) sont plus élevées dans la chair des poissons pêchés en aval des zones urbaines;
- L'Indice d'intégrité biotique (IIB) de la communauté de poissons est de moyenne à bonne;
- Le pourcentage d'anomalies de type DELT (déformations, érosion des nageoires, lésions et tumeurs) est plus élevé et supérieur au seuil de 5 % en aval de la zone urbaine de Saint-Jérôme;
- Les concentrations des autres contaminants émergents restent faibles et ne dépassent jamais les critères de qualité de l'eau. Cependant, ces concentrations tendent à être légèrement plus élevées en aval des zones urbanisées de Saint-Jérôme et de Lachute.

Quant à l'utilisation des pesticides et à leur concentration dans les cours d'eau, il existe peu de données spécifiques à la ZGIE d'Abrinord. Le MELCC indique que 24 des 38 municipalités de la ZGIE règlementent l'usage des pesticides sur leur territoire (MELCC, 2020b).

Une étude sur la qualité de l'eau de la rivière Saint-Pierre, tributaire de la rivière Rouge (Saint-André), montre que sur les 58 pesticides analysés dans le ruisseau Foucault, situé dans un secteur fortement agricole, neuf ont été décelés. Toutefois, aucune des concentrations mesurées ne dépassait les critères de qualité pour la protection de la vie aquatique et pour la prévention de la contamination (Crago et Dubé, 2010).

D'autres analyses sur les pesticides ont été réalisées dans le bassin versant de la rivière Rouge (Saint-André) dans le cadre de Réseau-rivières en 2012 (Giroux, 2015). Plus de 20 pesticides ont été détectés dans le bassin versant, où 38 % de la superficie du bassin versant est en culture de maïs et de soya. Deux herbicides (Atrazine et Bentazone) et un insecticide (Clothianidine) ont été détectés dans tous les échantillons entre juin et août 2012 (N=11). Le critère de qualité pour la protection de la vie aquatique a été dépassé pour l'insecticide Clothianidine dans 70 % des échantillons.

### *Indice Diatomées de l'Est du Canada (IDEC)*

Les valeurs de l'indice varient entre 0 et 100. Plus une valeur est haute, plus elle reflète un niveau d'intégrité biologique élevé et une bonne qualité de l'eau. Le tableau 3 présente les résultats du classement IDEC pour certaines stations Réseau-Rivière de la ZGIE. On mesure ainsi la « distance écologique » séparant un milieu pollué d'un milieu de référence, cette distance étant en fait une mesure semi-quantitative du niveau de pollution ou de dégradation. La connaissance du milieu de référence permet également de fixer des objectifs de restauration et de mesurer l'efficacité des programmes de restauration.

Tableau 3. Résultats du classement IDEC pour certaines stations d'échantillonnage de la ZGIE.

Station	Cours d'eau	Année	Valeur IDEC (0 à 100)	Classe IDEC	Sous-indice	Intégrité biologique	État trophique	Classe de l'IDEC
NOR89	Rivière du Nord	2002	51	B	Neutre	État précaire	Oligo-mésotrophe	<b>Sous-indice neutre</b> <u>Classe A (71-100) :</u> Très bon état. Oligotrophe <b>Classe B (46-70) :</b> Bon état Oligo-mésotrophe <u>Classe C (21-45) :</u> Mauvais état Mésotrophe <b>Classe D (0-20) :</b> Très mauvais état Eutrophe  <b>Sous-indice alcalin</b> <u>Classe A (71-100) :</u> Très bon état Oligotrophe <b>Classe B (46-70) :</b> Bon état Oligo-mésotrophe <u>Classe C (26-45) :</u> Mauvais état Mésotrophe <b>Classe D (0-25) :</b> Très mauvais état Eutrophe
NOR89	Rivière du Nord	2002	10	D	Neutre	Très mauvais état	Eutrophe	
NOR89	Rivière du Nord	2003	24	C	Neutre	Mauvais état	Mésotrophe	
NOR89	Rivière du Nord	2019	28	C	Neutre	Mauvais état	Mésotrophe	
NOR64	Rivière du Nord	2019	66	B	Alcalin	État précaire	Mésotrophe	
NOR51	Rivière du Nord	2002	20	D	Neutre	Très mauvais état	Eutrophe	
NOR51	Rivière du Nord	2002	3	D	Neutre	Très mauvais état	Eutrophe	
NOR51	Rivière du Nord	2003	15	D	Neutre	Très mauvais état	Eutrophe	
NOR51	Rivière du Nord	2003	13	D	Neutre	Très mauvais état	Eutrophe	
NA	Ruisseau Strong	2012	30	C	Alcalin	Mauvais état	Mésotrophe	
NOR6	Rivière du Nord	2002	4	D	Neutre	Très mauvais état	Eutrophe	
NOR6	Rivière du Nord	2002	0	D	Neutre	Très mauvais état	Eutrophe	
NOR6	Rivière du Nord	2003	2	D	Neutre	Très mauvais état	Eutrophe	
NOR6	Rivière du Nord	2003	0	D	Neutre	Très mauvais état	Eutrophe	
NOR6	Rivière du Nord	2019	0	D	Neutre	Très mauvais état	Eutrophe	
NA	Tributaire rivière Rouge (Saint-André)	2013	14	D	Alcalin	Très mauvais état	Eutrophe	
NA	Tributaire rivière Rouge (Saint-André)	2013	14	D	Alcalin	Très mauvais état	Eutrophe	
NA	Tributaire rivière Rouge (Saint-André)	2013	12	D	Alcalin	Très mauvais état	Eutrophe	
NA	Tributaire rivière Rouge (Saint-André)	2013	29	C	Alcalin	Mauvais état	Mésotrophe	
AND1	Rivière Rouge (Saint-André)	2012	6	D	Alcalin	Très mauvais état	Eutrophe	
AND1	Rivière Rouge (Saint-André)	2013	10	D	Alcalin	Très mauvais état	Eutrophe	
AND1	Rivière Rouge (Saint-André)	2014	13	D	Alcalin	Très mauvais état	Eutrophe	
AND1	Rivière Rouge (Saint-André)	2015	8	D	Alcalin	Très mauvais état	Eutrophe	
AND1	Rivière Rouge (Saint-André)	2016	5	D	Alcalin	Très mauvais état	Eutrophe	
AND1	Rivière Rouge (Saint-André)	2017	15	D	Alcalin	Très mauvais état	Eutrophe	
AND1	Rivière Rouge (Saint-André)	2018	10	D	Alcalin	Très mauvais état	Eutrophe	
AND1	Rivière Rouge (Saint-André)	2019	11	D	Alcalin	Très mauvais état	Eutrophe	
AND1	Rivière Rouge (Saint-André)	2020	13	D	Alcalin	Très mauvais état	Eutrophe	
NA	Rivière Rouge (Saint-André)	2019	0	D	Neutre	Très mauvais état	Eutrophe	

### Macroinvertébrés

En 2016, Abrinord a réalisé un projet sur l'intégrité biotique de la rivière du Nord, évaluée par les macroinvertébrés benthiques (Abrinord, 2016). Trois indices ont été évalués, soit l'indice d'Hilsenhoff (FBI) et l'indice de pourcentage d'organismes intolérants à la pollution (% d'intolérants), qui sont des indicateurs de tolérance à la pollution, ainsi que l'indice de Shannon (H'), qui est un indice de diversité des espèces et de leur distribution dans l'échantillon. Au total, 11 stations d'échantillonnage ont permis de documenter sept cours d'eau sur la ZGIE (Tableau 4).

La station VAS15 sur le Ruisseau des Vases présente les meilleurs résultats pour les trois indices, ce qui en fait une station témoin. La station DONg située sur la rivière Doncaster est la deuxième à présenter les meilleurs résultats. Ces sites présentent donc une plus grande intégrité biotique. En contrepartie, les stations GRA1 (Grand Ruisseau) et OUEg (rivière de l'Ouest) seraient les plus dégradées avec leur indice d'Hilsenhoff les plus bas et leur FBI moyen. Cependant, le bassin versant de la rivière du Nord a tout de même une intégrité biotique moyenne caractérisée comme bonne.

Tableau 4. Résultats de l'intégrité biotique de la rivière du Nord

Station	Cours d'eau	Municipalité	IQBP 2010-2015 <sup>1</sup>	FBI <sup>2</sup>		% d'intolérants <sup>3</sup>	H <sup>3</sup>	Intégrité observée
VAS15	Ruisseau des Vases	Brownsburg-Chatham	ND	3,55	Excellente	23,48	3,60	Témoin
MUL8	Rivière aux Mulets	Sainte-Adèle	ND	4,29	Bonne	3,08	2,23	Intermédiaire
DON9	Rivière Doncaster	Sainte-Marguerite-du-Lac-Masson	85	4,01	Très bonne	15,32	3,37	Témoin
DON27	Rivière Doncaster	Sainte-Lucie	ND	4,32	Bonne	7,67	2,98	Intermédiaire
SIM8	Rivière à Simon	Morin-Heights	85	4,92	Bonne	7,65	2,20	Intermédiaire
SIM1	Rivière à Simon	Saint-Sauveur	85	4,26	Bonne	12,59	3,25	Intermédiaire
OUÉ9	Rivière de l'Ouest	Brownsburg-Chatham	ND	5,15	Moyenne	5,99	2,22	Dégradée
NOR121	Rivière du Nord	Sainte-Agathe-des-Monts	90	4,64	Bonne	3,95	2,60	Intermédiaire
NOR66	Rivière du Nord	Saint-Jérôme	71	4,44	Bonne	9,05	3,06	Intermédiaire
NOR6	Rivière du Nord	Saint-André-d'Argenteuil	76	4,65	Bonne	0,94	2,85	Dégradée
GRA1	Grand Ruisseau	Piedmont	82	5,15	Moyenne	13,58	2,62	Dégradée

<sup>(1)</sup>IQBP : 3 paramètres (coliformes fécaux, phosphore total et MES). Les données de qualité de l'eau de 2016 ont été évaluées pour aider à statuer sur l'intégrité attendue des stations. <sup>(2)</sup>Indice d'Hilsenhoff : un résultat plus bas est souhaitable. <sup>(3)</sup>Indices de Shannon et % d'organismes intolérants : un résultat plus haut est souhaitable.

#### Analyse des concentrations en chlorures liées à l'épandage de fondants hivernaux

L'étude menée dans le cadre du projet Écoroutes hivernales, réalisé dans les municipalités de Val-Morin, Val-David et Sainte-Lucie-des-Laurentides, suggère l'influence des activités humaines sur la qualité de l'eau des milieux humides et hydriques. Les mesures de conductivité spécifique de 377,91 µS/cm et 432,60 µS/cm, du ruisseau Lachapelle, dépassent largement l'échelle des valeurs naturelles (10 µS/cm à 40 µS/cm). De plus, les concentrations en chlorures dépassent en moyenne 8,6 fois le seuil de référence pour les concentrations naturelles (10 mg/L). Ces valeurs élevées s'expliquent par le fait que le ruisseau Lachapelle draine une partie du territoire traversé par l'autoroute 15 et la route 117, où des quantités importantes de sel de déglacage sont épandues chaque année (Abrinord, 2023).

L'étude a également démontré un apport important en sels de chlorures par un des affluents au lac Ménard, situé à Sainte-Lucie-des-Laurentides. En effet, les concentrations en chlorures sont largement supérieures à 10 mg/L et les mesures de conductivité spécifique révèlent un léger apport en sels dissous avec une moyenne de 69,95 µS/cm (Abrinord, 2023). Cette contamination significative provient du site de dépôt de neiges usées et d'entreposage des sels de voirie de la municipalité de Sainte-Lucie-des-Laurentides, alors que la concentration en chlorures est 28 à 56 fois plus grande que la valeur naturelle. Bien que ces concentrations soient relevées dans un petit cours d'eau intermittent, il semble pertinent de noter que celles-ci dépassent à chaque fois l'ensemble des critères de protection pour une exposition chronique (Abrinord, 2023).

#### Suivi de la qualité des lacs

##### Réseau de surveillance volontaire des lacs (RSVL) : État des lacs

Sur le territoire de la ZGIE (3 354 lacs), 146 lacs, inscrits au Réseau de surveillance volontaire des lacs (RSVL) entre 2004 et 2019, ont fait l'objet d'un suivi au moins une année (MELCC, 2020a).

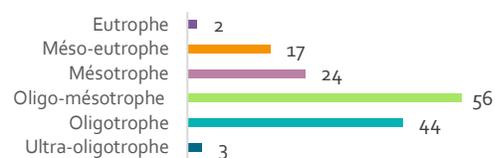


Figure 1. État des 146 lacs suivis avec le RSVL

Outre ces suivis annuels, la vulnérabilité aux nutriments et le niveau d'atteinte des apports permis en phosphore pour les lacs de quatre MRC de la région des Laurentides ont été évalués. Pour ne pas perturber l'état trophique d'un lac, la concentration en phosphore ne doit pas dépasser 1,5 fois la concentration naturelle du lac. Cette concentration naturelle correspond aux apports calculés selon un scénario où l'occupation des terres serait naturelle (forêt ou milieux humides) sur l'ensemble du bassin versant. Cette étude a permis de constater que pour le bassin versant de la rivière du Nord, 18 lacs d'une superficie de plus de 0,25 km<sup>2</sup> ont dépassé le critère de qualité. Parmi les lacs peu vulnérables aux apports en nutriments, 22 lacs reçoivent des apports en phosphore atteignant la limite acceptable. (Blais et Bazoge, 2005)

#### Cyanobactéries

Au total, sur la ZGIE, 46 différents lacs ont été touchés par des épisodes de cyanobactéries au moins une fois entre 2004 et 2017 (MELCC, 2018b). Les résultats du RSVL permettent d'ailleurs de mettre en relation les concentrations de phosphore dans les lacs et les cyanobactéries. En effet, certains des lacs ayant des concentrations en phosphore plus problématiques ont eu, au cours des sept dernières années, un ou plusieurs épisodes de prolifération de cyanobactéries. Par exemple, les lacs Caron, Colette, Crooks, Johanne, Saint-François et à la Truite figurent parmi les plus problématiques en termes de teneur en phosphore. (MELCCFP, s. d.-b)

## Eau souterraine

Le PACES effectué dans la région des Laurentides et la MRC Les Moulins et terminé en 2022, a permis de caractériser les eaux souterraines de la ZGIE du Nord. L'analyse des données géochimiques a montré un type d'eau de composition Ca-HCO<sub>3</sub>, soit une eau calcaire, dans 75 % (275 puits) des puits échantillonnés. Cet aspect est associé à des eaux peu minéralisées issues des précipitations récemment infiltrées et est rencontré dans des conditions de nappe libre dans 82 % des cas (227 puits). Les eaux de recharge des zones en nappe libre s'infiltrent et circulent vers les zones captives influençant la géochimie de ces aquifères.

Certains échantillons présentent un enrichissement en chlorure qui pourrait provenir d'une origine non naturelle et l'absence de bromures dans les eaux démontre une influence anthropique de leur provenance.

En conclusion, la similitude des compositions isotopiques des précipitations et de l'eau souterraine indique une recharge plutôt récente, les formations géologiques n'ayant pas entraîné de modification isotopique significative. On observe un appauvrissement de la composition isotopique des précipitations du sud vers le nord qui se reflète aussi dans la composition isotopique de l'eau souterraine.

### Normes de potabilité

La contamination bactériologique des puits est bien souvent causée par des conditions très locales. L'état et l'entretien des puits ainsi que de la présence de contaminations ponctuelles ou diffuses à proximité de ces derniers sont les causes courantes. Selon le *Règlement sur la Qualité de l'eau potable (Q-2, r.40)*, une eau est considérée comme potable seulement si elle ne contient aucune bactérie d'origine fécale (*E. coli* ou entérocoques). Selon ces normes, 19 puits, soit 20 % des puits étudiés de la ZGIE, ont au moins un dépassement de la norme de potabilité.

Par ailleurs, si l'eau contient plus de 10 coliformes totaux et/ou plus de 200 bactéries atypiques, l'eau est considérée comme non conforme. Neuf puits en aquifère de roc fracturé et six puits en aquifère granulaire ont été jugés non conformes sur la ZGIE.

La majorité des dépassements de normes de potabilité et de non-conformité ont été observés dans des puits de surface en nappe libre. Ces derniers sont plus vulnérables aux sources environnantes de contamination et aux variations hydrologiques au printemps et à l'automne.

En ce qui concerne le fluor, sur les 96 puits analysés de la ZGIE, un seul puits a présenté un dépassement de normes. Il est situé dans un aquifère de roc fracturé, sur le territoire de Saint-Colomban. Pour les pesticides, le pendiméthaline a été détecté dans un puits et le dinotefuran dans deux puits. Cependant, aucun dépassement de normes de potabilité n'a été observé.

Pour les produits pharmaceutiques, de l'acétaminophène a été détecté dans 12 puits privés et de la carbamazépine dans deux puits privés et des puits municipaux. Les traces d'acétaminophène sont d'ailleurs retrouvées à l'échelle régionale dans des puits résidentiels. Des traces de ciprofloxacine ont également été relevées dans des puits municipaux. Les produits pharmaceutiques peuvent provenir de diverses sources, mais le plus probable semble être des fuites diffuses d'eaux usées résidentielles et municipales. (Gagné et al., 2022).

En général, les dépassements de contaminants sont liés aux conditions locales (champ d'épuration, mauvais état du puits, lien avec l'eau de surface, etc.) plutôt qu'à une problématique régionale du puits.

## HYPOTHÈSE DE SA PRÉSENCE

### Eau de surface et souterraine

#### Secteur agricole

La zone agricole de la ZGIE recouvre près de 470 km<sup>2</sup>, soit environ 20 % du territoire. Les différences de climat et de type de sol entre le nord et le sud du territoire expliquent les différences de quantité et de diversité des entreprises agricoles. Dans la ZGIE, le sol est plus propice aux cultures fourragères et à la production animale (Auger et al., 2014).

Tableau 5. Superficie agricole par MRC dans la ZGIE

MRC	Superficie agricole dans la ZGIE (km <sup>2</sup> )	% agricole
Deux-Montagnes	9,42	100,00
Mirabel (Ville)	159,48	91,36
Argenteuil	283,36	38,87
Rivière-du-Nord	16,16	6,49

Le bassin versant de la rivière du Nord a une superficie en culture totale de 174,2 km<sup>2</sup>. Le sous-bassin versant avec la plus grande superficie en culture est celui de la rivière rouge (Saint-André) avec un total de 90,31 km<sup>2</sup>. Ensuite, c'est le sous-bassin versant de la rivière de l'Ouest avec 18,91 km<sup>2</sup>, suivi du sous-bassin versant de Sainte-Marie avec 13,35 km<sup>2</sup> (La Financière agricole du Québec (FADQ), 2022). Dans le bassin versant de la rivière du Nord, en 2008-2009, 63 entreprises agricoles déclaraient réaliser des interventions phytosanitaires, pour un total de 41,16 km<sup>2</sup> (Quesnel, 2010).

En 2004, on estimait que, dans les Laurentides, des pesticides étaient appliqués sur près de 45 % des superficies agricoles (BPR inc., 2005). À pareille date, on estimait également qu'environ 40 % des entreprises agricoles de la région Laurentides/Laval/Montréal étaient considérées comme étant en processus de lutte intégrée, c'est-à-dire qu'elles réalisaient du dépistage, réglaient leur pulvérisateur au moins une fois par année et tenaient un registre des interventions phytosanitaires (BPR inc., 2005). Ces pourcentages concernant le réglage des appareils et la lutte intégrée pourraient toutefois s'avérer surestimés par rapport à ce qui était réellement constaté sur le terrain (Goyette et MAPAQ, 2012).

**Tableau 6. Utilisation des pesticides par les producteurs agricoles détenant un plan d'accompagnement agroenvironnemental (PAA) sur le territoire du bassin versant de la rivière du Nord en 2008-2009 (Quesnel, 2010)**

Pratiques	Superficies avec interventions phytosanitaires	Cultures sans herbicides	Pesticides appliqués en pleine largeur	Pesticides appliqués en bandes	Traitements d'herbicides à doses réduites	Désherbage mécanique
Nombre de producteurs déclarant des superficies	63	20	50	3	9	17
Superficie déclarée (km <sup>2</sup> )	41,16	6,15	34,70	1,51	6,04	7,27

### Changements climatiques

Les changements climatiques attendus dans la région des Laurentides devraient engendrer une augmentation de la fréquence et de l'intensité des phénomènes météorologiques extrêmes, comme les épisodes de fortes précipitations et les périodes de sécheresse (Ouranos, 2020). L'intensification et la multiplication des épisodes de précipitations pourraient se traduire par une aggravation des problèmes déjà existants attribuables au ruissellement de surface et une augmentation des débordements d'eaux usées. Les pluies et les crues plus intenses pourraient accroître l'érosion des rives et du lit des cours d'eau, engendrant une remobilisation des polluants et des métaux confinés dans les sédiments (MELCC, 2020c).

Les épisodes de sécheresse pourraient aussi accentuer les problématiques entourant l'érosion, en augmentant les problèmes liés à l'érosion éolienne. En effet, la multiplication et l'intensification des phénomènes météorologiques comme les sécheresses, les vagues de chaleur, les pluies intenses, les vents violents, les baisses ou les hausses drastiques des températures (gel-dégel) ont un impact sur les sols et les rendent plus vulnérables à l'érosion. Les périodes de sécheresse et les étages plus prononcés pourraient aussi se traduire par une plus faible dilution des contaminants provenant de rejets urbains et industriels, faisant en sorte que les concentrations de métaux et de polluants pourraient augmenter près de ces derniers. En revanche, la diminution du courant liée aux étages pourrait favoriser la sédimentation des particules en suspension au fond des cours d'eau (MELCC, 2020c).

Les impacts des changements climatiques pourraient également se faire ressentir globalement sur le cycle de l'eau dans l'ensemble de la zone d'étude. Les tendances régionales pour les Laurentides indiquent une augmentation des moyennes annuelles des températures (Ouranos, 2020). Cette hausse pourrait occasionner une intensification de l'évaporation et réduire la disponibilité des eaux de recharge (Gagné et al., 2022). Ces changements pourraient entraîner une réduction des volumes d'eau souterraine disponibles, altérer la qualité de l'eau en rivière et modifier les écosystèmes aquatiques de la région (Gagné et al., 2022). Une augmentation de la température de l'air élèverait également la température de l'eau, ce qui pourrait favoriser des processus comme la dissolution, la solubilisation ou la complexation, lesquels pourraient conduire à une augmentation des substances dissoutes dans l'eau, dont certains métaux. L'effet des changements climatiques sur des paramètres comme le carbone organique dissous (COD) et le pH demeure incertain, mais il pourrait moduler la toxicité des métaux, qui est grandement influencée par de tels paramètres (MELCC, 2020c).

Enfin, les changements climatiques laissent anticiper une aggravation des problématiques liées à la salinisation des eaux. En effet, étant donné que les concentrations de contaminants, comme les sels de chlorures, sont corrélées aux niveaux et aux débits des cours d'eau, une diminution de ceux-ci résulterait probablement en une augmentation de la salinité des eaux de surfaces. D'une autre part, la hausse des températures hivernales pourrait impliquer un nombre plus élevé de redoux. Ces événements, lorsqu'accompagnés de précipitations, correspondent à des situations propices aux opérations d'épandage de fondants sur les routes (Communauté métropolitaine de Québec (CMQ) et Ouranos, 2019).

## Eau de surface

La sauvagine, représentée surtout par les canards, est très présente lors des périodes migratoires au sud de la région des Laurentides, particulièrement près de la rivière des Outaouais. Certaines espèces d'oiseaux sont très dépendantes des milieux aquatiques, particulièrement les oiseaux nageurs, les plongeurs et les échassiers qui passent une partie de leur vie autour de l'eau afin de s'y nourrir ou de s'y reproduire. De plus, les cerfs de Virginie s'attroupent en hiver dans ce qu'on appelle les ravages du cerf de Virginie. Cette présence importante d'animaux et leurs déjections peuvent représenter un apport important en contaminants, tel que des coliformes fécaux, des nitrates et du phosphore.

## Eau souterraine

### *Indice de vulnérabilité DRASTIC*

L'indice de vulnérabilité DRASTIC permet de cartographier la vulnérabilité de l'eau souterraine à un contaminant provenant de la surface et circulant verticalement vers l'aquifère. Près de 83 % du territoire de la ZGIE du Nord est en nappe libre (non confinée). Ainsi, le territoire de la ZGIE dominé par des contextes de till et d'affleurement de roc a un indice DRASTIC plus élevé. 74 % du territoire de la ZGIE du Nord a un indice DRASTIC moyen et 4 %, un indice DRASTIC élevé (Gagné et al., 2022). Les eaux souterraines sont donc potentiellement vulnérables à la contamination provenant de la surface.

La densité du risque anthropique (DRA), représentant les risques pour l'eau souterraine associés aux activités anthropiques, a aussi été calculée pour la ZGIE du Nord. La densité du risque anthropique est calculée en faisant la somme des risques de chacune des activités anthropiques par km<sup>2</sup>. Ainsi, 19 % du territoire a une densité du risque anthropique élevé, ce qui signifie qu'il y a plusieurs activités ayant un potentiel élevé d'impact anthropique sur l'eau souterraine.

Finalement, la combinaison d'une couverture de 74 % d'indice DRASTIC moyen et de 19 % de densité anthropique élevée constitue un risque important pour l'altération de la qualité de l'eau souterraine.

1) Les problématiques de cette catégorie se définissent dans la zone par les éléments suivants :  
(Suite)

## CONSÉQUENCES PRINCIPALES

### Environnementales

- Toxicité : à certaines concentrations les différents contaminants peuvent être toxiques pour les poissons et les autres organismes aquatiques.

#### Éléments nutritifs (phosphore/phosphates et nitrates)

- Prolifération des végétaux aquatiques (plantes et algues) et des cyanobactéries
- Prolifération des plantes exotiques envahissantes au détriment des espèces indigènes
- Accélération du processus d'eutrophisation
- Diminution de la quantité d'oxygène dissous dans l'eau
- Réduction de la transparence de l'eau liée à la présence accrue d'algues microscopiques en suspension et de cyanobactéries
- Toxicité des nitrates, en particulier chez les stades de développement plus sensibles, tels que les embryons ou les larves. Peuvent également être convertis en nitrites qui sont encore plus toxiques que les nitrates.

#### Matières en suspension

- Réduction de la transparence (augmentation de la turbidité et coloration de l'eau)
- Réchauffement de l'eau (hausse des températures liée à l'absorption de l'énergie solaire par les MES)
- Irritation de la peau et des branchies des poissons : peut éventuellement mener à l'asphyxie
- Sédimentation (envasement, ensablement ou comblement des plans d'eau)
- Accélération du processus d'eutrophisation et prolifération de plantes aquatiques dû à la formation de fonds vaseux
- Apport d'éléments nutritifs et de contaminants transportés par les sédiments

#### Sels de chlorures (combinaison ionique d'anions de chlorures avec des cations, tels que les ions sodium (Na<sup>+</sup>), potassium (K<sup>+</sup>), calcium (Ca<sup>2+</sup>), magnésium (Mg<sup>2+</sup>))

- Amplification du phénomène de stratification des lacs par la salinisation de l'eau
- Diminution de l'oxygène dissous voir anoxie dans le fond du lac  
→ Relargage du phosphore

#### Contamination microbienne (Coliformes fécaux / matières fécales et micro-organismes associés)

- Déséquilibre de la composition des communautés microbiennes
- Risque pour la santé des animaux : la présence de coliformes fécaux suggère un risque de la présence simultanée d'autres pathogènes d'origine fécale, tels que des bactéries, des virus ou des parasites, qui pourraient être nocifs pour la santé.
- Augmentation de la demande biochimique en oxygène (DBO) / réduction de la disponibilité d'oxygène par l'augmentation de colonie microbienne aérobie

### Économiques

- Perte de revenu relié à la restriction du récréotourisme (ex. fermeture plage, pêche, etc.)
- Perte de la valeur des propriétés riveraines
- Augmentation du coût de traitement de l'eau potable
- Diminution ou arrêt de production dans certaines industries

### Sociales

- Risques pour la santé humaine et animale
- Risque pour l'approvisionnement en eau potable
- Risques de contamination des produits agricoles
- Restriction d'usage (eaux récréatives), les contacts directs ou indirects de l'eau étant compromis
- Perte de jouissance par la restriction des activités liées à l'eau
- Perception négative du plan d'eau

## 1) Les problématiques de cette catégorie se définissent dans la zone par les éléments suivants : (Suite)

### LOCALISATION GÉNÉRALE

Superficie du bassin versant de la rivière du Nord : 2222,70 km<sup>2</sup> (96,6 % de la ZGIE).

- La nature des sols de la région des Basses-terres du Saint-Laurent, située au sud du bassin versant, est beaucoup plus propice aux phénomènes d'érosion et de transport des sédiments.
- La densité moyenne de bâtiments est entre 25-50 immeubles par km<sup>2</sup>.
- Les densités de population par municipalité sont plus importantes pour Saint-Jérôme, Prévost et Saint-Sauveur (entre 200 et 800 habitants par km<sup>2</sup>).
- La superficie en culture déclarée en 2022 était de 179,82 km<sup>2</sup>. Plus de la moitié des superficies cultivées sont occupées par des cultures à grands interlignes (maïs, soya). Les zones agricoles sont principalement au sud de la ZGIE, dans les Basses-terres.
- Le taux d'imperméabilisation du sol du bassin versant varie entre 7,6 et 8,6 % et se concentre aux endroits urbanisés.
- Des installations septiques individuelles sont retrouvées sur le territoire de toutes les municipalités du bassin versant.
- Il y a 21 stations d'épuration d'eaux usées municipales et 129 ouvrages de surverses.
- On retrouve plusieurs industries, industries minières, industries forestières, deux usines de pâtes et papiers et un lieu d'enfouissement technique.
- Plus de 150 sites contaminés recensés. On retrouve 43 sites non complètement réhabilités en 2023, dont près du tiers sont situés dans le secteur de Saint-Jérôme (MELCCFP, 2023).
- Plus de 450 barrages anthropiques, principalement des ouvrages de retenues des eaux à caractères récréotouristiques.

### Eau de surface

#### *Suivi physico-chimique*

Pour les trois paramètres suivis par le Programme d'échantillonnage d'Abrinord, il est possible d'observer une augmentation amont-aval autant dans les moyennes que dans les pourcentages de dépassements des critères de qualité. Les résultats de l'IQBP soulignent d'autant plus cette dégradation de la qualité de l'eau. La station d'échantillonnage NOR8g présente une eau de qualité satisfaisante, tandis que la station NOR6 a une eau de qualité douteuse. On peut également observer pour la période de suivi, une amélioration de la qualité de l'eau en général pour la station NOR8g. La qualité de l'eau aux stations NOR64, NOR51 et NOR6 s'est dégradée depuis le début de leur suivi. Les tendances des concentrations et des charges des paramètres d'azote total et de nitrites-nitrates pour la station NOR6 sont en hausse. Plusieurs stations ont des moyennes de coliformes fécaux et/ou de phosphore total au-delà des critères de qualité. La station NOR16 est la seule qui présente des moyennes au-dessus des critères de qualité pour les trois paramètres suivis.

#### *Suivi métaux, contaminants émergents, pesticides*

Les concentrations en dioxines, furannes et BPC planaires transformés en toxicité pour les mammifères et oiseaux piscivores ont presque tout le temps dépassé le critère pour la protection de la faune piscivore.

Les concentrations des contaminants émergents tendent à être légèrement plus élevées en aval des zones urbanisées de Saint-Jérôme et de Lachute.

#### *Indice Diatomées de l'Est du Canada (IDEC)*

L'indice d'intégrité biologique présente, en 2019, un état précaire pour la station NOR64 et un mauvais état pour la station NOR8g. La station NOR6 présente, quant à elle, une intégrité biologique en très mauvais état.

#### *Macroinvertébrés*

L'indice d'intégrité biotique évaluée par les macroinvertébrés benthiques en 2016 indique une intégrité intermédiaire pour les stations NOR121 et NOR66, mais dégradée pour la station NOR6.

#### *État des lacs*

En 2020, on recensait 2 lacs eutrophes, 17 lacs méso-eutrophes, 24 lacs mésotrophes, 56 lacs oligo-mésotrophes, 44 lacs oligotrophes, 3 lacs ultra-oligotrophes. Pour les lacs situés dans l'écoulement direct de la rivière du Nord, 5 lacs sont oligotrophes et le lac Raymond, élargissement de la rivière, présente un état mésotrophe. Il semble y avoir concentration de lacs dont l'état trophique est avancé à Sainte-Anne-des-Lacs, mais cela pourrait être associé au plus grand suivi fait dans cette municipalité.

### *Cyanobactéries*

En ce qui concerne les cyanobactéries, 46 lacs différents ont été touchés au moins une fois entre 2004 et 2017.

### **Eau souterraine**

#### *Normes de potabilité*

Dans la ZGIE, 19 puits ont au moins un dépassement de la norme de potabilité pour les paramètres bactériologiques. Un seul puits a présenté un dépassement de normes de qualité de l'eau potable pour le paramètre fluor. Les pesticides pendilethaline et dinotefuran ont été détectés dans 1 et 2 puits respectivement. Au niveau des produits pharmaceutiques, l'acétaminophène a été détecté dans 12 puits et la carbamazépine, dans 2 puits.

#### *Indice de vulnérabilité DRASTIC*

Près de 70 % du territoire du bassin versant a un indice DRASTIC moyen et 4 %, un indice DRASTIC élevé. Les indices DRASTIC sont plus élevés en périphérie de la rivière du Nord et de certains tributaires principaux.

## 2) Les problématiques de cette catégorie sont causées par les éléments suivants dans la zone:

### Physique

- Érosion, ruissellement et lessivage. L'érosion, le ruissellement et le lessivage transportent les sédiments et leurs contaminants vers les cours d'eau.
- Inondation. Les eaux d'inondations peuvent entraîner avec elles des produits chimiques, des débris et des polluants présents à la surface. Les inondations peuvent provoquer le débordement d'égouts et d'eaux usées.
- Géologie. La présence de métaux sur le territoire résulte en grande partie des processus d'altération de la roche mère et d'érosion des sols (MELCC, 2020c).
- Géochimie des aquifères. Les eaux ayant séjourné plus longtemps dans l'aquifère depuis la recharge peuvent être plus minéralisées (Gagné et al., 2022). Une eau souterraine plus évoluée est rencontrée dans le Bouclier canadien. Ainsi, certains polluants normés sont dits naturels parce qu'ils proviennent de la roche comme le baryum, le fluor, le manganèse et l'uranium.
- Feux de forêt. La suie et les cendres peuvent contaminer les eaux de surface et les eaux souterraines.

### Biologique

- Déjection d'animaux sauvages. Particulièrement en période de migration, l'attroupement d'animaux sauvages, tels que des oiseaux aquatiques ou des cerfs de Virginie, peut augmenter en partie les risques de contaminations en micro-organismes par la forte présence de déjections animales.

### Agricole

- Superficies en culture. Les sols avec une granulométrie argileuse très fine sont plus sujets à la compaction et absorbent très lentement l'eau de ruissellement. Lorsque dépourvus de végétation, ces sols sont très vulnérables à l'érosion éolienne et hydrique. Les cultures à grands interlignes, soit près de la moitié des superficies en culture dans la ZGIE, sont généralement considérées comme plus sensibles à l'érosion, puisque la largeur des rangs ainsi que la superficie à nu sont beaucoup plus grandes (FADQ, 2022).
- Entreposage et utilisation d'engrais, de pesticides et de fertilisants. Les engrais, les pesticides et les fertilisants épandus ou entreposés peuvent être lessivés lors de grandes pluies et ruisseler vers les cours d'eau ou s'infiltrer dans les zones de recharges des eaux souterraines. Sans plan d'accompagnement agroenvironnemental, les entreprises agricoles utilisent souvent plus de produits que nécessaire, ce qui augmente les concentrations d'éléments nutritifs non absorbés par les végétaux et disponibles au lessivage.
- Matières résiduelles agricoles. Les eaux de lavage et les eaux usées peuvent contenir des matières polluantes qui ne sont pas traitées par les systèmes d'épuration, ou même être rejetées directement dans la nature. Le Portrait agroenvironnemental des fermes du Québec 2003 indique que les eaux de laiterie de 55 % des unités animales laitières étaient rejetées sans traitement dans les Laurentides (BPR inc., 2005). De plus, la présence d'animaux à l'extérieur implique du piétinement des sols et le lessivage des déjections animales lors de pluie.

### Municipal

- Urbanisation. L'urbanisation entraîne l'imperméabilisation des surfaces, qui est une cause importante d'apport en contaminants dans l'eau. De plus, la croissance démographique peut entraîner la saturation des stations d'épuration des eaux usées et ainsi augmenter les événements de surverses. Elle peut aussi entraîner une diminution des secteurs végétalisés et réduire l'infiltration de l'eau et l'érosion.
- Réseaux routiers. Plusieurs contaminants (hydrocarbures, huiles, sels de déglacage, abrasif, etc.) peuvent ruisseler sur le réseau routier et se retrouver dans les eaux de surface et/ou souterraines. La densité du réseau routier pavé est également associée à la présence de plusieurs métaux dans les cours d'eau (cuivre, nickel, plomb et zinc extractibles). À titre d'exemple, le plomb peut être expliqué à 46 % par la densité du réseau routier (MELCC, 2020c).
- Installations septiques individuelles. À la fin des années 2000, les inventaires effectués dans les MRC de la région des Laurentides ont démontré que 10 % des installations septiques inspectées présentaient une source de contamination directe à l'environnement et près de 40 % présentaient une contamination indirecte (MAMROT, 2011). Les installations septiques isolées autonomes désuètes ou vidangées à la mauvaise fréquence peuvent être des sources de contaminations bactériologiques et physico-chimiques ponctuelles et diffuses des eaux souterraines et de surface.

- Ouvrages municipaux d'assainissement des eaux usées et ouvrages de surverses. Les eaux usées rejetées, bien que traitées par les stations d'épuration, contiennent de fortes concentrations de contaminants. On estime que la station d'épuration des eaux usées de Saint-Jérôme a rejeté 281,5 tonnes d'ammoniac et 9,8 tonnes de phosphore dans l'eau en 2021. De plus, les ouvrages de surverses rejettent des eaux non traitées directement dans les cours d'eau.

### Industriel

- Lixiviat des lieux d'enfouissement technique (LET). Des enjeux de toxicité sont parfois observés à la station de traitement des eaux usées de Lachute en raison des eaux provenant du lieu d'enfouissement (Comité de vigilance, 2020a). En effet, les rejets d'eaux prétraitées du site d'enfouissement font l'objet de plusieurs dépassements d'azote ammoniacal, de charges de demande chimique en oxygène (DCO) et de MES.
- Rejets d'usines de pâtes et papiers. Les usines de pâtes et papiers se caractérisent par de grands volumes de rejets (Gouvernement du Québec, 2012). Leurs effluents peuvent contenir d'importantes charges de matières organiques, de MES ainsi que d'acides gras et résiniques. En quantité moindre, on peut retrouver des hydrocarbures pétroliers, des métaux et des sels, des composés phénoliques, ainsi que des substances nutritives (azote et phosphore). Lorsque l'usine utilise des fibres recyclées, on peut observer des traces de biphényles polychlorés (BPC). Lorsque du chlore est utilisé pour blanchir la pâte, des composés organiques halogénés adsorbables (COHA) et des composés organochlorés, tels que les dioxines et les furanes chlorés (D et Fc), peuvent subsister à l'état de trace (Gouvernement du Québec, 2012). Il est à souligner que l'usine de Saint-Jérôme utilise un produit chloré pour le blanchiment de la pâte et que l'usine de Lachute recycle plus de 1 000 tonnes par mois de papier et de carton, ce qui les assujettit à prendre des mesures particulières concernant les BPC ainsi que les COHA, les D et Fc.
- Industrie forestière. Les études en foresterie constatent que la sédimentation dans les cours d'eau à proximité des chemins forestiers est grandement attribuable à la construction et à l'utilisation de chemins forestiers ainsi qu'aux perturbations sur les berges causées par la machinerie (RNC, 2010). Des recherches ont démontré que les niveaux des nappes phréatiques, le volume et le régime des débits dans les cours d'eau, la qualité de l'eau, l'érosion et la sédimentation représentent les changements les plus importants à survenir après une récolte.
- Industrie minière. Dans la région des Laurentides, l'industrie minière est axée sur les minéraux industriels (graphite et silice) et sur les matériaux de construction (pierre architecturale, sable et gravier) (MRNF, 2006). Les sols exploités et les résidus miniers sont des sources importantes d'apport de sédiments et de polluants dans les eaux si la gestion de celles-ci n'est pas bien réalisée par l'exploitant. De plus, les eaux usées générées par les procédés de concassage ou de tamisage peuvent atteindre les eaux de surface, mais celles-ci doivent respecter les normes prévues au Règlement sur les carrières et sablières (RLRQ. c. Q-2, r. 7.1).
- Sites contaminés. Les sols sont les milieux récepteurs majoritairement affectés par la contamination de ces sites. Ainsi, le déplacement de sols et le lessivage sont des sources de contamination potentielle de l'eau.
- Autres rejets industriels. On retrouve au total huit institutions qui rejettent des contaminants dans l'air et/ou dans l'eau sur le territoire de la ZGIE (ECCC, 2021). En 2021,
  - L'institution General Cable Co à Saint-Jérôme a rejeté 4 kg de cuivre (et ses composés) dans l'air et dans l'eau;
  - L'industrie Covia Canada Ltd. à Mirabel (Saint-Canut) a rejeté 0,11 kg de plomb (et ses composés) dans l'eau;
  - L'industrie Waste Management of Canada Corporation a rejeté 54 kg d'ammoniac et 1,2 kg de Zinc dans l'eau.

### Récréotouristique

- Villégiature. Les résidences de villégiature sont majoritairement situées en bordure des plans d'eau. Aux abords de certains lacs, les surfaces imperméables sont nombreuses (toitures, surfaces asphaltées), les installations sanitaires sont situées près des plans d'eau, etc. Plusieurs constructions datent d'avant l'apparition des règlements concernant les bandes riveraines et les installations septiques. Ainsi, de nombreux bâtiments ne respectent pas les normes, mais ont des droits acquis.
- Activités nautiques. Les embarcations motorisées peuvent engendrer des impacts physiques, chimiques et biologiques sur les milieux aquatiques. En plus de l'érosion des berges pouvant être causée par la vitesse excessive, les passages répétés et les déplacements en zones peu profondes ou étroites, les embarcations motorisées peuvent être considérées comme une source de rejets toxiques dans l'eau.

- Activités terrestres. Au printemps et à l'automne, la circulation des VTT peut endommager le lit des cours d'eau et les milieux humides, et favoriser l'érosion des sols à proximité de ceux-ci. En hiver, la dégradation du sol est limitée par le gel et la présence d'une couverture de neige. Les motoneiges sur les lacs gelés peuvent émettre des polluants tels que les hydrocarbures aromatiques polycycliques, les composés organiques volatils et les métaux qui restent alors sur la neige jusqu'à la fonte et se retrouvent dans l'eau. Le passage répété de piétons sur des sentiers mal aménagés peut aussi induire une érosion significative qui, lorsque située à proximité d'un plan d'eau, pourrait entraîner un apport en sédiments. De plus, le piétinement peut compacter le sol et le rendre imperméable, créant davantage de ruissellement.
- Stations de ski et de glissade sur tubes. La neige artificielle utilisée dans les stations de ski est trois fois plus dense que la neige naturelle et va, par conséquent, libérer un volume d'eau trois fois supérieur à cette dernière (Demers, 2006). Les pistes de ski, ayant des pentes importantes et peu de végétation, sont donc plus à risque de ruissellement et d'érosion important.
- Terrains de golf. Les terrains de golf utilisent généralement des quantités importantes de pesticides (herbicides, fongicides, insecticides). De plus, des fertilisants (phosphore, azote, potassium) et des produits tels que des régulateurs de croissance et des stérilisants de sol sont parfois utilisés. Un sondage réalisé en 2008 auprès de huit des 25 clubs de golf de la ZGIE a permis de constater que chacun d'eux était en contact direct avec le réseau hydrographique.

#### **Autre**

- Retenues d'eau. Bien que le nombre exact ne soit pas connu, plusieurs lacs présents sur le territoire ont été créés artificiellement par des barrages anthropiques, ce qui peut influencer leur état et leur évolution trophique. Ces lacs sont généralement de petite taille et peu profonds, les rendant plus vulnérables à de fortes concentrations de nutriments (Bazoge et al., 2005).
- Utilisation du territoire. De nombreuses utilisations du territoire peuvent être source de contamination par rejet direct ou diffus.
- Aménagements des rives. Une bande riveraine composée d'une mince lisière de plantes herbacées est moins efficace pour remplir ses fonctions écologiques. Sa largeur et sa composition sont souvent insuffisantes pour retenir les particules de sol et les nutriments transportés par le ruissellement (MELCC, 2020c). De plus, la présence de drains souterrains et de fossés qui concentrent l'écoulement de l'eau avant d'atteindre le cours d'eau limite la performance des bandes riveraines comme zones de sédimentation ou de filtration.

### 3) Bibliographie

- Auger, M., Coulombe, S., Lizotte, S., Paquin, C., Pontbriand, C. et Quesnel, P.-O. (2014). Direction régionale des Laurentides, 31.
- Blais, D. et Bazoge, A. (2005, novembre). Interprétations reliées à la problématique des apports en nutriments pour les lacs.
- BPR inc. (2005). *Suivi 2003 du Portrait agroenvironnemental des fermes du Québec* (p. 134). Repéré à [https://www.agrireseau.net/agroenvironnement/documents/paesuivi\\_2003\\_rap\\_final.pdf](https://www.agrireseau.net/agroenvironnement/documents/paesuivi_2003_rap_final.pdf)
- Communauté métropolitaine de Québec (CMQ) et Ouranos. (2019). Étude de vulnérabilité des sources d'eau potable au fleuve des villes de Québec et de Lévis en regard de la salinité. Rapport révisé de l'étape 1.1 portant sur l'identification des pointes de salinité et des causes. Repéré à [https://cmquebec.qc.ca/wp-content/uploads/2022/08/Rap-final\\_Salinite%CC%81\\_E%CC%81tape-1.1.pdf](https://cmquebec.qc.ca/wp-content/uploads/2022/08/Rap-final_Salinite%CC%81_E%CC%81tape-1.1.pdf)
- Crago, C. et Dubé, P. (2010). *Qualité de l'eau dans le bassin versant de la rivière Saint-Pierre* ([Rapport technique d'interprétation des données physico-chimiques, bactériologiques et de pesticides]) (p. 84). Lachute.
- Gagné, S., Larocque, M., Morard, A. et Roux, M. (2022, 29 mars). Rapport final. Projet d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines dans la région des Laurentides et de la MRC Les Moulins. Université du Québec à Montréal, Montréal.
- Giroux, I. (2015). Présence de pesticides dans l'eau au Québec: Portrait et tendances dans les zones de maïs et de soya - 2011 à 2014. Repéré à [http://www.environnement.gouv.qc.ca/pesticides/maïs\\_soya/portrait2011-2014/rapport2011-2014.pdf](http://www.environnement.gouv.qc.ca/pesticides/maïs_soya/portrait2011-2014/rapport2011-2014.pdf)
- Gouvernement de l'Ontario. (2021). Classification des sols et des paysages agricoles de premier choix et marginaux. Repéré à <http://www.omafra.gov.on.ca/french/landuse/classify.htm>
- Goyette, S. et Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ). (2012, 25 janvier). Commentaires sur le Portrait préliminaire de la ZGIE d'Abrinord. Communication personnelle.
- La Financière agricole du Québec (FADQ). (2022). Base de données des parcelles et productions agricoles déclarées. Direction des solutions d'affaires organisationnelles. Repéré à <https://www.fadq.qc.ca/fileadmin/geo4tb/BDPPAD/bdppad-vo3-guide-utilisateur.pdf>
- Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP). (2023). Répertoire des terrains contaminés. Repéré à <https://www.donneesquebec.ca/recherche/dataset/repertoire-des-terrains-contamines-gtc/resource/969a3689-04da-4dd4-b04b-ce211df19a88>
- Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP). (s. d.-a). Atlas de l'eau. Repéré <https://environnement.gouv.qc.ca/eau/atlas/atlas-argis/index.html>
- Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP). (s. d.-b). Réseau de surveillance volontaire des lacs (RSVL). Repéré à <http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/rsvl/#rapport%3C>
- Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC). (2018a). *Contaminants d'intérêt émergent, substances toxiques et état des communautés de poissons dans des cours d'eau des Laurentides et de Lanaudière*. Repéré à <http://collections.banq.qc.ca/ark:/52327/3589978>
- Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC). (2018b). Liste des plans d'eau touchés par une fleur d'eau d'algues bleu-vert de 2004 à 2017 et des plans d'eau récurrents signalés de 2013 à 2015. Repéré à <http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/algues-bv/bilan/Liste-plans-eau-touche-abv.pdf>
- Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC). (2020a). Le Réseau de surveillance volontaire des lacs. Repéré à [http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/rsvl/relais/rsvl\\_liste.asp](http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/rsvl/relais/rsvl_liste.asp)
- Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC). (2020b). Municipalités du Québec qui réglementent l'usage des pesticides. Repéré à <http://www.environnement.gouv.qc.ca/pesticides/Liste-municipalites.pdf>
- Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC). (2020c). *Rapport sur l'état des ressources en eau et des écosystèmes aquatiques du Québec 2020* (p. 480). Repéré à <https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/rapport-eau/rapport-eau-2020.pdf>
- Organisme de bassin versant de la rivière du Nord (Abrinord). (2016). L'intégrité biotique de la rivière du Nord: évaluée par les macroinvertébrés.
- Organisme de bassin versant de la rivière du Nord (Abrinord). (2023). Analyse des concentrations en chlorures liées à l'épandage de fondants hivernaux.
- Ouranos. (2020). Adaptation aux changements climatiques: défis et perspectives pour la région des Laurentides. Repéré à [https://www.mamh.gouv.qc.ca/fileadmin/publications/amenagement\\_territoire/lutte\\_contre\\_changements\\_climatiques/fiches\\_synthes\\_es\\_regionales/FIC\\_OuranosLaurentides.pdf](https://www.mamh.gouv.qc.ca/fileadmin/publications/amenagement_territoire/lutte_contre_changements_climatiques/fiches_synthes_es_regionales/FIC_OuranosLaurentides.pdf)