

---

**Interconnexion Hertel – New York**

**Caractérisation des communautés et  
de l'habitat du poisson de la rivière  
Richelieu**

**Inventaires 2020-2021**



Interconnexion Hertel – New York

## Caractérisation des communautés et de l'habitat du poisson de la rivière Richelieu

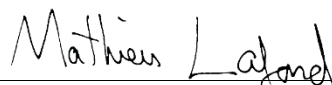
Inventaires 2020-2021

Février 2023



Préparé par Maude Thériault-Gauthier, Biol., M.Sc. Analyste  
AECOM

Le 22 février 2023



Mathieu Lafond, Biol., M.Sc. Analyste  
AECOM

Le 22 février 2023



Vérifié par Stéphane Sacotte, Directeur de projet  
AECOM

Le 22 février 2023



Le présent rapport a été préparé à la demande d'Hydro-Québec, dans le contexte déterminé par les termes spécifiques du mandat accordé à AECOM par Hydro-Québec et selon l'entente intervenue entre les deux parties. Aucune copie en tout ou en partie de ce rapport ne peut être réalisée par un tiers sans le consentement explicite d'Hydro-Québec.

Référence pour fins de citation :

AECOM. 2023. Interconnexion Hertel – New-York. *Caractérisation des communautés et de l'habitat du poisson de la rivière Richelieu – Inventaires 2020-2022*. Présenté à Hydro-Québec. 114 pages et annexes.



---

## Sommaire

---

### Références pour fins de citation :

AECOM. 2023. *Interconnexion Hertel – New-York. Caractérisation des communautés et de l’habitat du poisson de la rivière Richelieu – Inventaires 2020-2021*. Présenté à Hydro-Québec. 114 pages et annexes.

### Résumé :

Le promoteur *Transmission Developers inc.* (TDI) souhaite construire une ligne électrique entre le Canada et les États-Unis afin d’approvisionner la région de New York. Pour ce faire, Hydro-Québec projette de construire une ligne souterraine qui reliera le poste Hertel à la frontière canado-américaine. À son point de traversée vers les États-Unis, le tracé de la future ligne se trouve dans la rivière Richelieu. L’objectif général de ce mandat est de réaliser une étude sectorielle portant sur la faune aquatique au point de traversée de la future ligne. Les objectifs spécifiques étaient de documenter et de décrire la composition spécifique de la faune ichtyenne et des mulottes ainsi que leur habitat. Une caractérisation physique et biologique des milieux aquatiques et riverains a été réalisée dans la rivière Richelieu, entre le poste frontalier canadien et la ligne américaine. La zone d’inventaire inclut également deux tributaires, soit les ruisseaux Patenaude, Boyce-Gervais et Fairbanks.

Les inventaires jusqu’à présent réalisés ont eu lieu entre le 14 et le 19 septembre 2020 ainsi qu’à diverses périodes en 2021, soit les 8, 9 et 27 avril, du 1<sup>er</sup> au 3 juin et du 26 au 28 juillet. La caractérisation de l’habitat dans la rivière Richelieu a permis de séparer la rivière Richelieu en quatorze habitats homogènes basés sur la profondeur, la vitesse de courant, le pourcentage de recouvrement de la végétation aquatique et la composition du substrat. Sommairement, le type d’écoulement était plutôt lentique au moment des inventaires sur l’ensemble des secteurs inventoriés. De faibles profondeurs ont été mesurées à proximité des rives. Les habitats homogènes gagnent toutefois en profondeur en direction du centre de la rivière ( $\pm 4$  à 5 m). La végétation aquatique submergée était présente en abondance sur presque toute la superficie à l’étude, excepté au centre de la rivière. Le substrat était généralement fin (sable, limon, argile). Une caractérisation sommaire des berges a permis de constater une occupation du territoire majoritairement anthropique. Une caractérisation similaire a eu lieu dans les tributaires, où les habitats ont été séparés en segments homogènes basés principalement sur les similitudes du type d’écoulement. Ainsi, le ruisseau Patenaude a été séparé en deux tronçons homogènes tandis que le ruisseau Boyce-Gervais n’en représentait qu’un seul. L’occupation des berges de ces cours d’eau était agricole sur une rive et en milieu forestier sur l’autre. L’embouchure de ces deux tributaires a été séparée en trois secteurs distincts. Le ruisseau Fairbanks a été séparé en deux tronçons homogènes. La présence d’espèces floristiques exotiques envahissantes (EEE) comme la phragmite commune, l’alpiste roseau, le myriophylle à épis, la châtaigne d’eau et le potamot crépu a été notée dans la zone d’étude.

Des frayères de centrarchidés ont été délimitées en rive gauche, dans les habitats peu profonds comportant de la végétation submergée et émergente. De plus, deux frayères à grand brochet ont aussi été confirmées dans les ruisseaux Patenaude et Fairbanks. Ces habitats homogènes sont également utilisés pour l’alevinage et l’alimentation des différentes espèces piscicoles. La zone centrale de la rivière, de par sa profondeur et l’absence d’obstacle, fait potentiellement office d’habitat de migration et d’hivernage.

Afin de documenter l’utilisation des habitats par la faune ichtyenne, des pêches expérimentales non létales ont été effectuées dans la rivière Richelieu à l’aide de trappes Alaska (31 stations), de verveux (13 stations), de seine de rivage (45 stations), de transect de pêche électrique en embarcation ( $n=5$ ) et de filets maillants montés à 25 % (37 stations). Deux transects de pêche électrique ont permis d’échantillonner les poissons présents dans le ruisseau Patenaude et le ruisseau Boyce-Gervais sur une distance respective de 200 m et de 90 m. Un total de cinq coups de seine a été effectué dans l’embouchure de ces cours d’eau ainsi que dans le ruisseau Fairbanks. Des nasses ( $n=8$ ) et des verveux ( $n=12$ ) ont aussi été installés dans ces cours d’eau. Les poissons capturés ont été identifiés à l’espèce, dénombrés et mesurés. Lorsque le nombre de poissons était élevé, un sous-échantillon seulement a été mesuré. Au total, 16 300 poissons appartenant à 32 espèces différentes ont été capturés. Parmi ceux-ci, 14 395 provenaient de la rivière Richelieu et 1 905 des tributaires. Les espèces les plus abondantes et les plus répandues étaient la perchaude et le fondule barré. L’anguille d’Amérique, une espèce susceptible d’être désignée menacée ou vulnérable au Québec, a été observée dans la zone d’étude (7 captures et 3 observations fortuites). Cette espèce utilise les habitats de la zone d’étude comme aire d’alimentation et de croissance. Deux EEE ont été capturées, soit la tanche ( $n = 4$ ) et le gardon rouge ( $n = 36$ ).

Les mulettes ont fait l'objet d'une recherche active en eau peu profonde (< 1 m) et d'une recherche à l'aide de transects de caméra sous-marine en eau profonde (> 1 m). Au total, 15 transects totalisant 1 549 m linéaires ont été parcourus en eau peu profonde et 34 transects totalisant 3 419 m ont été inventoriés en eau profonde. Toutes les mulettes vivantes ont été identifiées à l'espèce, mesurées, photographiées et leur identification a été validée par le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP). Parmi les 304 individus vivants inventoriés dans la zone d'étude, seulement deux espèces communes ont été identifiées, soit *Elliptio complanata* (68 % des identifications) et *Lampsilis radiata* (25 % des identifications). Outre ces deux espèces, une quantité appréciable de moules zébrées, une EEE, tapissait le fond de la rivière.

**Mots clés :** Caractérisation de l'habitat, poissons, mulettes, anguille d'Amérique, espèces exotiques envahissantes

**Version :** Finale

**Code de diffusion :** Interne

**Date :** Février 2023



# Équipe de réalisation

## Hydro-Québec

Direction Environnement, 800, boul. de Maisonneuve Est, 23<sup>e</sup> étage, Montréal (Québec) H2L 4M8

Conseillère Environnement - Direction Environnement – Expertise Environnement naturel et humain  
Isabelle St-Onge

Chargée de projet Environnement – Direction Environnement - Projet et évaluations environnementales  
Valérie Groison

## AECOM

2, rue Fusey, Trois-Rivières (Québec) G8T 2T1

Directeur de projet, révision  
Stéphane Sacotte, biologiste, M.Sc.

Relevé de terrain, analyse et rédaction  
Maude Thériault-Gauthier, biologiste, M.Sc.

Relevé de terrain, analyse et rédaction  
Mathieu Lafond, biologiste, M.Sc.

Relevé de terrain  
Félix-Antoine Boislard-Dumontier, tech. faune

Relevé de terrain  
Martin Beauchesne, biologiste, B.Sc.

Relevé de terrain  
Simon Daneau, tech. Faune

Relevé de terrain  
Alex Joly, tech. Faune

Relevé de terrain  
Cédric Lemay, biologiste, B.Sc.

Relevé de terrain  
Sarah-Maude Trudel, tech. Faune

Cartographie et géomatique  
Caroline Richard, M.Sc. Environnement

Édition du rapport  
Chloé Drapeau, éditrice



# Table des matières

<b>Équipe de réalisation</b> .....	<b>vii</b>
<b>1 Introduction et contexte de l'étude</b> .....	<b>1</b>
1.1 Description du projet .....	1
1.2 Objectifs .....	1
<b>2 Zones d'étude</b> .....	<b>5</b>
<b>3 Méthodes</b> .....	<b>9</b>
3.1 Revue de l'information existante .....	9
3.1.1 Documentation consultée .....	9
3.1.2 Espèces à statut particulier .....	10
3.1.2.1 Échelle provinciale – statut de protection .....	10
3.1.2.2 Échelle fédérale – statut de protection .....	10
3.2 Plan d'échantillonnage .....	11
3.3 Caractérisation des habitats aquatiques et riverains.....	12
3.3.1 Habitats aquatiques.....	12
3.3.1.1 Milieu biophysique .....	12
3.3.1.2 Végétation aquatique.....	14
3.3.1.3 Qualité de l'eau et des sédiments .....	15
3.3.1.4 Délimitation des habitats piscicoles.....	23
3.3.2 Habitat riverain .....	23
3.4 Inventaires des espèces aquatiques utilisant la rivière Richelieu et les trois tributaires de la zone d'étude.....	24
3.4.1 Ichtyofaune.....	24
3.4.1.1 Traitement des données .....	27
3.4.2 Mulettes.....	28
3.4.2.1 Rivière Richelieu : eau peu profonde (moins de 1 mètre) .....	28
3.4.2.2 Rivière Richelieu : eau profonde (plus d'un mètre) .....	29
3.4.2.3 Traitement des données .....	29
3.5 Observations fortuites .....	30
3.6 Espèces à statut précaire.....	30
3.7 Espèces exotiques envahissantes .....	30
<b>4 Résultats</b> .....	<b>33</b>
4.1 Revue de l'information existante – Faune et habitats .....	33
4.1.1 Habitats fauniques.....	33
4.1.2 Faune aquatique invertébrée.....	33
4.1.3 Ichtyofaune.....	36
4.1.3.1 Communauté de poissons de la rivière Richelieu .....	36
4.1.3.2 Espèce à statut précaire .....	37
4.2 Caractérisation des habitats aquatiques et riverains.....	47
4.2.1 Rivière Richelieu.....	47
4.2.1.1 Qualité de l'eau et des sédiments .....	47
4.2.1.2 Milieu biophysique .....	54
4.2.1.3 Habitat du poisson.....	62
4.2.2 Tributaires (Ruisseau Patenaude, Boyce-Gervais et leur embouchure) .....	66
4.2.2.1 Qualité de l'eau <i>in situ</i> .....	66
4.2.2.2 Milieu biophysique .....	67
4.2.2.3 Habitat du poisson.....	71
4.3 Inventaires des espèces aquatiques utilisant la rivière Richelieu et les trois tributaires de la zone d'étude.....	72

4.3.1	Ichtyofaune.....	72
4.3.1.1	Rivière Richelieu.....	72
4.3.1.2	Tributaires (ruisseaux Patenaude, Boyce-Gervais et leur embouchure).....	79
4.3.2	Mulettes.....	84
4.3.2.1	Portrait de la communauté.....	88
4.3.2.1.1	Rive gauche.....	93
4.3.2.1.2	Secteur centre.....	93
4.3.2.1.3	Rive droite.....	94
4.4	Observations fortuites.....	94
4.5	Espèces à statut précaire.....	96
4.6	Espèces exotiques envahissantes.....	97
<b>5</b>	<b>Conclusion.....</b>	<b>101</b>
	<b>Bibliographie.....</b>	<b>107</b>

## Annexes

Annexe A	Éléments sensibles du milieu naturels (Carte A)
Annexe B	Répertoire photographique
Annexe C	Habitats préférentiels selon les espèces
Annexe D	Captures par habitats homogènes
Annexe E	Tableaux des résultats d'analyse d'eau en laboratoire - avril et juillet 2021
Annexe F	Tableaux des résultats d'analyse des sédiments en laboratoire - juillet 2021

## Liste des tableaux

Tableau 1 :	Calendrier des activités de caractérisation des habitats aquatiques et riverains, et d'inventaire de la faune aquatique dans la rivière Richelieu et ses tributaires.....	11
Tableau 2 :	Classification des types de faciès d'écoulement.....	12
Tableau 3 :	Classification granulométrique utilisée pour la caractérisation du substrat.....	13
Tableau 4 :	Cote d'abondance-dominance de la végétation aquatique selon le pourcentage de recouvrement.....	15
Tableau 5 :	Appareils utilisés et description des variables mesurées lors des relevés physico-chimiques et de la caractérisation de l'habitat.....	16
Tableau 6 :	Résumé des analyses physicochimiques de l'eau aux stations d'échantillonnage (2021).....	18
Tableau 7 :	Contexte d'application des critères de qualité des sédiments dragués au Québec.....	22
Tableau 8 :	Spécifications des engins de pêche utilisés lors des inventaires ichtyologiques.....	24
Tableau 9 :	Effort de pêche effectué lors des quatre campagnes d'inventaire sur la faune ichtyenne dans la rivière Richelieu et ses tributaires en 2020 et 2021.....	25
Tableau 10 :	Indicateurs biologiques et morphométriques utilisés.....	27
Tableau 11 :	Liste des espèces exotiques envahissantes rapportées dans le cours ou à proximité de la rivière Richelieu par le COVABAR, le MFFP et le MELCC.....	31
Tableau 12 :	Espèces d'invertébrés présentes dans la zone d'étude et dans les secteurs amont et aval.....	35
Tableau 13 :	Espèces de poissons présentes dans la zone d'inventaire et dans les secteurs amont et aval de la zone d'inventaire.....	41
Tableau 14 :	Qualité de l'eau <i>in situ</i> de la campagne de septembre 2020 dans la rivière Richelieu.....	47
Tableau 15 :	Qualité de l'eau <i>in situ</i> des campagnes d'avril, juin et juillet 2021 dans la rivière Richelieu.....	48
Tableau 16 :	Valeurs de MES et turbidité de la rivière Richelieu en 2021 (analyse de laboratoire).....	51
Tableau 17 :	Caractéristiques biophysiques des habitats homogènes de la rivière Richelieu.....	57

Tableau 18 : Composition détaillée du substrat de la rivière Richelieu obtenu aux stations d'échantillonnage par benne et par observation visuelle lors des inventaires de 2020 et 2021 .....	60
Tableau 19 : Relevés physico-chimiques dans les tributaires et leur embouchure en septembre 2020 .....	67
Tableau 20 : Caractéristiques des tronçons homogènes observés dans les tributaires .....	68
Tableau 21 : Nombre de poissons capturés par engin de pêche ou observés à la caméra dans les différents secteurs de la rivière Richelieu en 2020 et 2021 .....	75
Tableau 22 : Indicateurs d'abondance des spécimens de poissons capturés dans la rivière Richelieu en 2020 et 2021 .....	76
Tableau 23 : Statistiques descriptives de la longueur (mm) des poissons capturés dans la rivière Richelieu en 2020 et 2021 .....	77
Tableau 24 : Nombre de captures de poissons dans les tributaires et leur embouchure en 2020 et 2021 .....	81
Tableau 25 : Statistiques descriptives de la longueur des poissons capturés dans les tributaires en 2020 et 2021 .....	83
Tableau 26 : Transects d'inventaire des mulettes réalisés à pied en eau peu profonde en septembre 2020 .....	85
Tableau 27 : Transects d'inventaire des mulettes par caméra en eau profonde en 2020 et 2021 .....	86
Tableau 28 : Nombre de mulettes inventoriées dans la zone d'étude selon le secteur et l'état du spécimen.....	89
Tableau 29 : Densité de mulettes vivantes selon les secteurs inventoriés de la zone d'étude.....	91
Tableau 30 : Données morphométriques de la communauté de mulettes de la zone d'étude .....	93

## Liste des cartes

Carte 1 : Situation du projet .....	3
Carte 2 : Zone d'étude du projet et zone d'inventaire de la rivière Richelieu .....	7
Carte 3 : Stations d'inventaire du milieu biophysique et de la faune aquatique.....	103
Carte 4 : Habitat du poisson et espèces à statut particulier.....	105

## Liste des figures

Figure 1 : Profil de la température et de l'oxygène dissous de la station la plus profonde dans le centre de la rivière Richelieu pour chaque inventaire .....	50
Figure 2 : Composition de la communauté de mulettes vivantes selon les secteurs .....	92

## Liste des photos

Photo 1 : Benne Ponar .....	14
Photo 2 : Trappe Alaska; les trois bouées blanches sont visibles sur la photo .....	25
Photo 3 : Verveux.....	25
Photo 4 : Nasse.....	26
Photo 5 : Seine de rivage .....	26
Photo 6 : Filet maillant .....	26
Photo 7 : Pêche électrique en embarcation.....	26
Photo 8 : Bathyscope .....	26
Photo 9 : Pêche électrique portative.....	26
Photo 10 : Sortie de l'eau de la caméra sous-marine couverte de végétation aquatique .....	30
Photo 11 : Console d'enregistrement de la caméra sous-marine.....	30
Photo 12 : HH1-5 - Rive à partir de la station de pêche P12 (secteur résidentiel) .....	55
Photo 13 : HH1-5 - Rive à partir de la station de pêche P46 (secteur naturel) .....	55
Photo 14 : HH1-5 - Rive à partir de la station P20 (canal) .....	56
Photo 15 : Rive à partir de la station P33 (canal).....	56

Photo 16 :	Enrochement à l'emplacement des douanes canadiennes; HH1-1 .....	59
Photo 17 :	Rive gauche délimitée au sud par la réserve de biodiversité projetée Samuel-De Champlain et au nord par l'épi rocheux du quai Richelieu.....	63
Photo 18 :	HH1-2 – Rive gauche rivière Richelieu .....	63
Photo 19 :	Rive droite, Rivière Richelieu .....	63
Photo 20 :	Vue aérienne de la rive droite en arrière-plan.....	63
Photo 21 :	Rive droite de la rivière Richelieu, limite entre HH1-7 et HH1-5 .....	63
Photo 22 :	Ruisseau Patenaude, amont (tronçon 1a) .....	69
Photo 23 :	Ruisseau Patenaude, aval (tronçon 1 b).....	69
Photo 24 :	Ruisseau Boyce-Gervais, aval (tronçon 2).....	70
Photo 25 :	Jonction entre les ruisseaux Patenaude et Boyce-Gervais, côté ouest de la route .....	70
Photo 26 :	Embouchure Patenaude-Boyce, , côté est de la route (tronçon 3a) .....	70
Photo 27 :	Embouchure Patenaude-Boyce, (tronçon 3 b).....	70
Photo 28 :	Barrage de castor inactif séparant les tronçons 3 b et 3c .....	70
Photo 29 :	Embouchure Patenaude-Boyce, (tronçon 3c).....	70
Photo 30 :	Ruisseau Fairbanks, amont (tronçon 4a).....	71
Photo 31 :	Ruisseau Fairbanks, aval (tronçon 4 b) .....	71
Photo 32 :	Ruisseau Fairbanks, 500m en amont de l'embouchure.....	71
Photo 33 :	Groupe d'Elliptio de l'Est, station M10 (19 septembre 2020) .....	90
Photo 34 :	Elliptio de l'Est, station M5 (15 septembre 2020).....	90
Photo 35 :	Groupe de Lampsiles rayées, station M8 (18 septembre 2020) .....	90
Photo 36 :	Lampsile rayée femelle, station M8 (18 septembre 2020).....	90
Photo 37 :	Mulette non identifiable recouverte de moules zébrées, station T27 (18 septembre 2020).....	90
Photo 38 :	Fragments de spécimens non identifiables.....	90
Photo 39 :	Coquille d'anodonte du Gaspereau, station B34 (27 juillet 2021) .....	91
Photo 40 :	Mulette non identifiable, Station T18 (17 septembre 2020) .....	94
Photo 41 :	Tortue serpentine juvénile, station P39.....	95
Photo 42 :	Necture tachetée, station P84.....	95
Photo 43 :	Grenouille léopard, station P95.....	95
Photo 44 :	Pectinatelle, canal parallèle à la marina.....	95
Photo 45 :	Anguille d'Amérique, station T4 .....	96
Photo 46 :	Anguille d'Amérique, station T4 .....	96
Photo 47 :	Anguille d'Amérique, station P84 (juin 2021) .....	96
Photo 48 :	Anguille d'Amérique, station C5 (juillet 2021) .....	96
Photo 49 :	Gardon rouge.....	97
Photo 50 :	Mulette dont la partie hors-substrat est envahie par des moules zébrées.....	97
Photo 51 :	Lamproie marine .....	98
Photo 52 :	Marais à typha.....	98
Photo 53 :	Phragmites à proximité de la rivière Richelieu.....	98
Photo 54 :	Myriophylle à épis prélevé dans le canal de la marina.....	99
Photo 55 :	Une colonie de châtaigne d'eau à proximité des herbiers de la marina.....	99
Photo 56 :	Potamot crépu prélevé en amont du ruisseau Fairbanks.....	99

# 1 Introduction et contexte de l'étude

## 1.1 Description du projet

Le promoteur *Transmission Developers inc.* (TDI) souhaite construire une ligne d'une longueur approximative de 545 km entre le quartier Astoria, dans le nord-ouest de la ville de New York (près du Queens) et la frontière canado-américaine pour approvisionner la région de New York en électricité. Le projet d'Hydro-Québec consiste à construire une ligne souterraine à courant continu de 400 kV qui reliera le poste Hertel à la frontière sur 57,7 km. Ce projet nécessitera également des travaux et de l'ajout d'équipement au poste Hertel sur la propriété d'Hydro-Québec.

Essentiellement, le tracé à l'étude consiste à emprunter l'emprise de l'autoroute 15, puis de longer la route 202 et quelques chemins de rang jusqu'à la frontière canado-américaine. Dans la portion nord entre le poste Hertel et l'autoroute 15, la variante A2 a été retenue. Le tracé longe le rang Saint-Claude, la montée Singer, puis le rang Saint-Marc et la route 21 puis empruntera la montée Saint-Jacques pour rejoindre l'autoroute 15. Dans la portion sud, le tracé suit la route 202 et rejoint la rivière Richelieu par le rang Edgerton. Le dernier segment est sous-fluvial et le point de raccordement de la ligne d'Hydro-Québec à celle du promoteur TDI est situé à la frontière canado-américaine, dans la rivière Richelieu (carte 1).

La présente étude vise à réaliser des relevés au terrain en vue de décrire les caractéristiques physiques et biologiques des milieux aquatiques et riverains susceptibles d'être touchés par les travaux projetés dans la rivière Richelieu. Les données récoltées permettront d'élaborer l'évaluation environnementale du projet et de documenter l'utilisation du milieu par la faune aquatique.

## 1.2 Objectifs

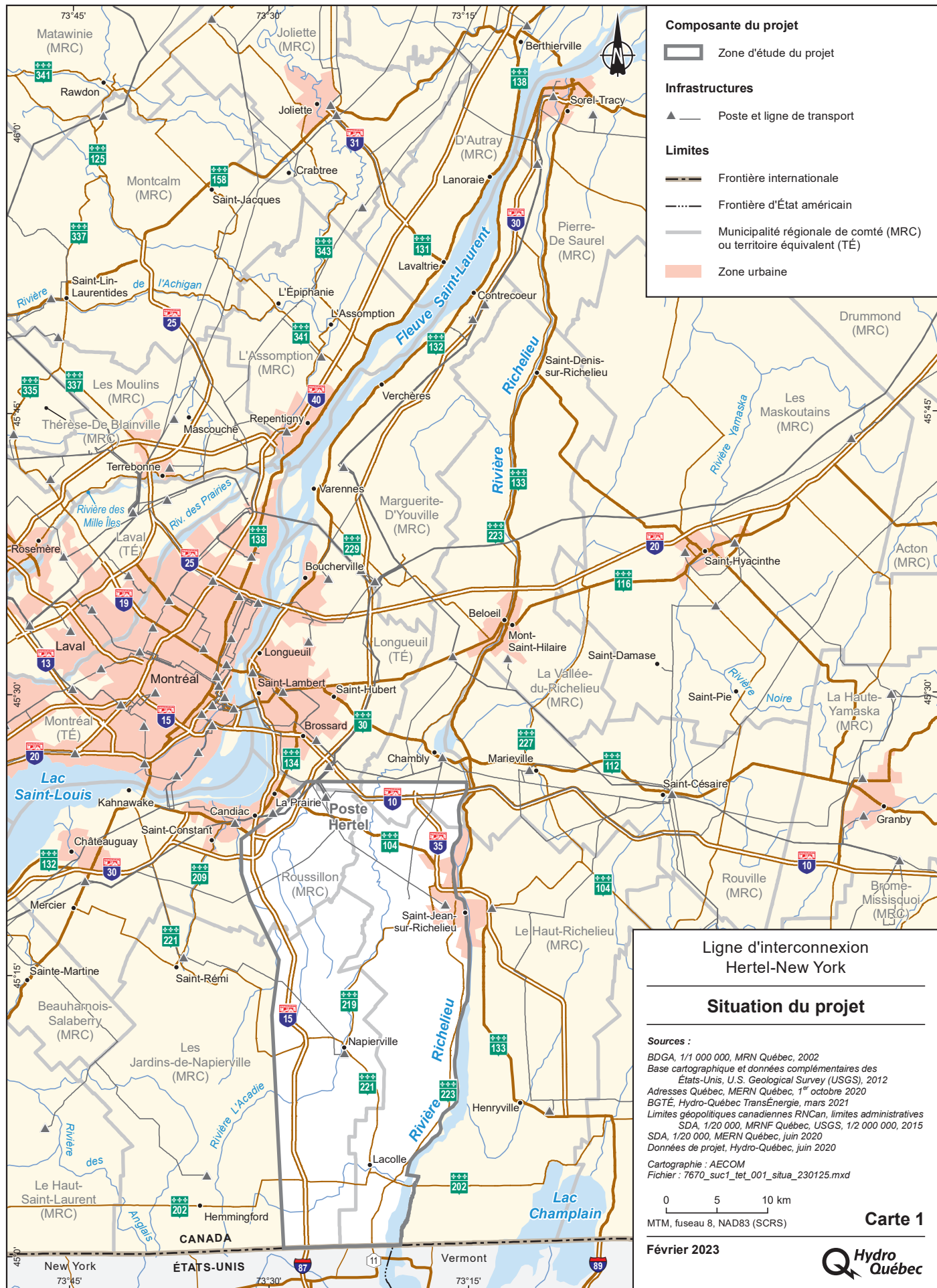
L'objectif général de ce mandat est de réaliser une étude sectorielle portant sur la faune aquatique et son habitat au point de traversée de la future ligne dans la rivière Richelieu.

Les objectifs spécifiques du présent mandat sont de :

- caractériser et délimiter les habitats piscicoles potentiels de la zone d'étude (poissons et mulettes), en particulier les habitats potentiels des espèces aquatiques à statut précaire susceptibles d'être retrouvées dans le secteur;
- documenter la composition spécifique et l'utilisation du secteur par la faune aquatique (poissons et mulettes);
- récolter et structurer les données de terrain requises pour supporter les demandes d'autorisation concernant la faune aquatique;









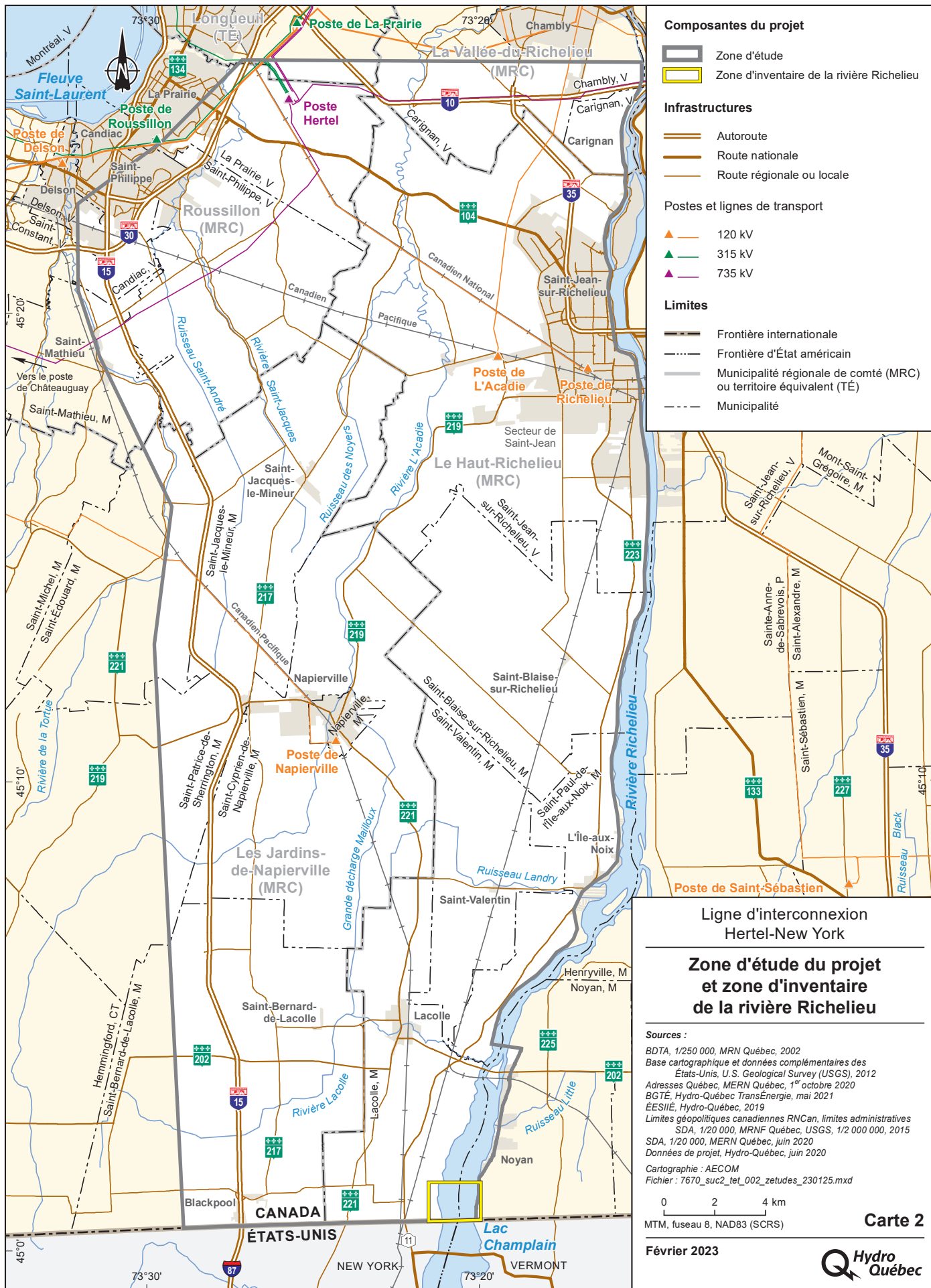
## 2 Zones d'étude

La carte 1 offre une vue générale de la zone d'étude du projet d'interconnexion Hertel – New York tandis que la carte 2 délimite plus précisément le secteur qui a été inventorié dans la rivière Richelieu (zone d'inventaire de la rivière Richelieu). Cette zone d'inventaire se situe dans la MRC du Haut-Richelieu. Les limites de cette dernière ont été fixées de manière à couvrir les différentes hypothèses de tracés à l'étude dans la rivière Richelieu.

La zone d'inventaire de la rivière Richelieu comprend donc :

- La rivière Richelieu sur toute sa largeur, pour un segment débutant à la frontière canado-américaine jusqu'à la hauteur de la jetée des douanes canadiennes, localisée à 1,5 km plus au nord.
- Trois cours d'eau qui sont connectés à la rivière Richelieu. Légèrement au nord de la marina Sieur de Champlain se trouve deux cours d'eau qui se joignent à l'ouest du rang de la Barbotte avant de se déverser dans la rivière Richelieu. Il s'agit des ruisseaux Boyce-Gervais et Patenaude. Plus au sud, se trouve le ruisseau Fairbanks. Ce dernier sépare en quelque sorte les terres privées et la réserve de biodiversité projetée Samuel-De Champlain.





**Composantes du projet**

- Zone d'étude
- Zone d'inventaire de la rivière Richelieu

**Infrastructures**

- Autoroute
- Route nationale
- Route régionale ou locale

**Postes et lignes de transport**

- ▲ 120 kV
- ▲ 315 kV
- ▲ 735 kV

**Limites**

- Frontière internationale
- Frontière d'État américain
- Municipalité régionale de comté (MRC) ou territoire équivalent (TÉ)
- Municipalité

**Ligne d'interconnexion  
Hertel-New York**

---

**Zone d'étude du projet  
et zone d'inventaire  
de la rivière Richelieu**

**Sources :**  
 BDTA, 1/250 000, MRN Québec, 2002  
 Base cartographique et données complémentaires des États-Unis, U.S. Geological Survey (USGS), 2012  
 Adresses Québec, MERN Québec, 1<sup>er</sup> octobre 2020  
 BGTÉ, Hydro-Québec TransÉnergie, mai 2021  
 ÉESIIÉ, Hydro-Québec, 2019  
 Limites géopolitiques canadiennes RNCan, limites administratives SDA, 1/20 000, MRNF Québec, USGS, 1/2 000 000, 2015  
 SDA, 1/20 000, MERN Québec, juin 2020  
 Données de projet, Hydro-Québec, juin 2020  
 Cartographie : AECOM  
 Fichier : 7670\_suc2\_tet\_002\_zetudes\_230125.mxd

0      2      4 km

MTM, fuseau 8, NAD83 (SCRS)

Février 2023

**Carte 2**





## 3 Méthodes

Cette section détaille les méthodes utilisées dans la zone d'inventaire de la rivière Richelieu et de ses principaux tributaires pour caractériser les habitats aquatiques et riverains et leur utilisation par la faune aquatique (poissons et mulettes).

### 3.1 Revue de l'information existante

Préalablement aux relevés effectués sur le terrain, une revue de la littérature existante a été effectuée afin de décrire les éléments sensibles du milieu naturel présents dans le secteur de raccordement aquatique de la ligne Hertel-Astoria. Les occurrences de la faune ichthyenne et des invertébrés provenant de diverses sources ont été rapportées selon trois secteurs différents, soit :

- **le secteur comprenant la zone d'inventaire de la rivière Richelieu.** Dans la revue de littérature, les occurrences de la faune ichthyenne et des invertébrés compris entre la frontière canado-américaine et la route 202 (voir carte A à l'annexe A) ont été rapportées.
- **le secteur amont de la zone d'inventaire de la rivière Richelieu :** correspond au lac Champlain. Comme il n'y a pas d'obstacles à la circulation du poisson ou à la migration de certaines espèces d'invertébrés entre le lac Champlain et la rivière Richelieu, les mentions d'occurrence sont consignées dans le présent rapport. Soulignons que plusieurs espèces recensées dans le lac Champlain n'ont jamais été répertoriées dans la rivière Richelieu. La présence de certaines d'entre elles demeure néanmoins probable.
- **le secteur aval de la zone d'inventaire de la rivière Richelieu :** correspond à la portion de la rivière Richelieu comprise entre la route 202 jusqu'au barrage de Chambly. Ce barrage constitue le seul obstacle pour la remontée des poissons jusqu'au lac Champlain. La seule espèce bénéficiant d'une passe migratoire sur ce barrage est l'anguille d'Amérique. Dans ce secteur, en l'absence d'obstacles infranchissables, il est présumé que les espèces présentes peuvent se trouver dans la zone d'inventaire de façon permanente ou à un moment ou un autre de leur cycle vital.

#### 3.1.1 Documentation consultée

Une revue de la littérature existante a été effectuée dans le but de documenter et de caractériser l'aire projetée des travaux d'implantation de la ligne électrique. Plus précisément, le but était surtout de documenter le potentiel de présence des espèces aquatiques dans le secteur d'intervention projeté.

Sans s'y limiter, la documentation suivante a été consultée :

- À l'échelle de la zone d'étude, deux organismes de bassin versant sont en opération sur le territoire. La documentation disponible sur Internet concernant ces deux organismes a été consultée :
  - Comité de concertation et de valorisation du bassin de la rivière Richelieu (COVABAR) : <https://covabar.qc.ca/>
  - Organisme de bassin versant de la baie Missisquoi (OBVBM) : <http://www.obvbm.org/> Note : il s'agit d'une baie du lac Champlain dont la majeure partie se trouve à l'intérieur des limites du territoire québécois.

- Comme le lac Champlain se trouve à l'extérieur des limites territoriales du Québec, d'autres sources ont été consultées. Le site Internet et certains documents de la médiathèque de *Lake Champlain Basin Program* (LCBP) ont été passés en revue. Le LCBP consiste en un partenariat entre différents acteurs et instances (autant du côté de la frontière américaine qu'au Québec) visant à protéger et restaurer le lac Champlain. L'étude d'impact déposée pour la portion américaine de la ligne électrique a également été consultée (U.S. Department of Energy, 2014).
- Les études antérieures produites par Hydro-Québec TransÉnergie dans le cadre du projet de ligne d'interconnexion (études non publiées, 2014-2017);
- Les études antérieures gouvernementales ou produites par d'autres organismes, par exemple :
  - SAINT-JACQUES, N. 1998. « *Le bassin de la rivière Richelieu : Les communautés ichtyologiques et l'intégrité biologique du milieu* » dans *Le bassin versant de la rivière Richelieu : l'état de l'écosystème aquatique* - 1995, ministère de l'Environnement et de la Faune (éd.), Direction des écosystèmes aquatiques, Québec, envirodoq n° EN980604, rapport n° EA-13, section 5.
  - CENTRE D'INTERPRÉTATION DU MILIEU ÉCOLOGIQUE DU HAUT-RICHELIEU. 2017. *Analyse de la valeur écologique du Richelieu et des statuts de reconnaissance possibles*. Produit pour le Mouvement écologique du Haut-Richelieu. 28 p. et annexes.
- Base de données de sources diverses (gouvernementales : MFFP, MELCC, CDPNQ; etc.).

### 3.1.2 Espèces à statut particulier

Au niveau provincial, des demandes récentes (2021) ont été obtenues du Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec (CDPNQ) pour ce qui est des données fauniques. Le statut de protection de chacune des espèces listées dans le présent rapport a été vérifié auprès des différents paliers gouvernementaux (provincial et fédéral).

#### 3.1.2.1 Échelle provinciale – statut de protection

À l'échelle provinciale, un comité avisier est responsable de la désignation des espèces menacées ou vulnérables en vertu de la *Loi sur les espèces menacées ou vulnérables* (LEMV; E-12.01). Une espèce est jugée **menacée** lorsque sa disparition est appréhendée et **vulnérable** lorsque sa survie est précaire même si sa disparition n'est pas appréhendée. À cela s'ajoutent d'autres catégories telles qu'**espèce susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable** (ci-après susceptible) lorsque l'information disponible suggère que l'espèce est à risque et qu'elle requiert une attention particulière. La liste de ces espèces est déterminée par un arrêté ministériel publié à la *Gazette officielle du Québec*.

Sur le plan faunique, la liste des espèces désignées menacées ou vulnérables au Québec est notamment diffusée par le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP, 2021a).

#### 3.1.2.2 Échelle fédérale – statut de protection

Au niveau fédéral, le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC) a pour objectif d'évaluer le risque que des espèces sauvages disparaissent (COSEPAC, 2021). Le COSEPAC attribue par conséquent une catégorie aux espèces sauvages : disparue du pays, en voie de disparition, menacée, préoccupante, non en péril, données insuffisantes. Les étapes suivantes incluent la présentation par le COSEPAC de ses résultats d'évaluation au public canadien et au gouvernement fédéral, et la réponse officielle du ministre de l'Environnement pour chaque évaluation. Le cas échéant, les espèces sauvages désignées par le COSEPAC pourront ensuite bénéficier d'une protection légale en vertu de la *Loi sur les espèces en péril* (LEP) si l'espèce est inscrite à l'annexe 1 de la loi. Une espèce peut donc avoir un statut COSEPAC (recommandation) et un statut LEP (statut de protection) différents.



Le registre public des espèces en péril a donc été consulté pour vérifier si les espèces listées dans la présente étude possèdent un statut de protection légal (annexe 1 de la *Loi sur les espèces en péril* (L.C. 2002, ch. 29)) ou si un statut de protection particulier est recommandé par le COSEPAC (GC, 2021).

### 3.2 Plan d'échantillonnage

Les inventaires au terrain ont été répartis en quatre campagnes entre septembre 2020 et juillet 2021 de façon à couvrir différentes périodes du cycle vital de plusieurs espèces de poissons.

Ce calendrier des travaux visait également à brosser un portrait représentatif de la communauté ichthyenne de la rivière Richelieu et de ses principaux tributaires localisés dans le secteur du raccordement. La zone d'étude a également fait l'objet d'une caractérisation en termes d'habitat pour le poisson. Des inventaires de mulettes ont également été conduits lors des campagnes 1 et 4. Enfin, des relevés supplémentaires ont été réalisés à différentes périodes pour ce qui est de la physicochimie de l'eau et des sédiments. Les principales activités réalisées selon les différentes campagnes d'inventaires sont énumérées au tableau 1.

**Tableau 1 : Calendrier des activités de caractérisation des habitats aquatiques et riverains, et d'inventaire de la faune aquatique dans la rivière Richelieu et ses tributaires**

Campagne	Éléments caractérisés	Date d'inventaire
1	<p><b>Ichtyofaune</b> : Fin de l'alevinage et période d'alimentation de toutes les espèces. Caractérisation du substrat, des herbiers aquatiques et riverains, utilisation des habitats piscicoles. Caractérisation des ruisseau Patenaude et Boyce-Gervais. Pêches expérimentales.</p> <p><b>Mulette</b> : Inventaires à pied dans les zones peu profondes (&lt; 1 m) et à la caméra sous-marine pour les zones plus profondes (&gt; 1 m).</p> <p><b>Physicochimie (eau)</b> : mesures <i>in situ</i>.</p>	14 au 19 septembre 2020
2	<p><b>Ichtyofaune</b> : Fraie du grand brochet et autres espèces de la famille des ésocidés, des autres espèces à reproduction hâtive et rassemblement des percidés. Caractérisation et utilisation des habitats du poisson. Pêches expérimentales.</p> <p><b>Physicochimie (eau)</b> : mesures <i>in situ</i> et en laboratoire</p>	8, 9 et 27 avril 2021
3	<p><b>Ichtyofaune</b> : Alevinage des espèces de la campagne précédente, fraie des achigans, des ictaluridés et de certains cyprinidés. Caractérisation et utilisation des habitats du poisson. Pêches expérimentales.</p> <p><b>Physicochimie (eau)</b> : mesures <i>in situ</i>.</p>	1 au 3 juin 2021
4	<p><b>Ichtyofaune</b> : Alevinage de toutes les espèces, fraie des centrarchidés (autres que les achigans), des ictaluridés, de certains cyprinidés. Suivi du méné d'herbe. Caractérisation et utilisation du substrat, des herbiers aquatiques et des habitats du poisson. Caractérisation du ruisseau Fairbanks. Pêches expérimentales.</p> <p><b>Mulette</b> : Inventaires à pied dans les zones peu profondes (&lt; 1 m) et à la caméra sous-marine pour les zones plus profondes (&gt; 1 m).</p> <p><b>Physicochimie</b> : mesures <i>in situ</i> (eau) et en laboratoire (eau et sédiment)</p>	26 au 28 juillet 2021

La carte 3 (grande carte positionnée à la suite de la conclusion) illustre l'effort d'inventaire déployé dans la zone d'étude. L'effort d'inventaire s'est concentré davantage en rive gauche, puisqu'il s'agit du secteur où plusieurs variantes de tracés sont à l'étude pour le raccordement de la ligne en rive.

### 3.3 Caractérisation des habitats aquatiques et riverains

#### 3.3.1 Habitats aquatiques

##### 3.3.1.1 Milieu biophysique

Dans la rivière Richelieu, les habitats aquatiques ont été délimités en surface homogène (polygone correspondant à un type d'habitat en particulier). Chacun des types d'habitats aquatiques observés a été caractérisé en termes de profondeur (m), de vitesse de courant (m/s), de pourcentage de recouvrement de la végétation aquatique (%) et de composition du substrat (%). Selon la profondeur, le substrat et le recouvrement végétal ont été évalués soit de manière visuelle directe avec un bathyscope ou avec une caméra aquatique pour les secteurs plus profonds.

Dans les tributaires, la caractérisation a été effectuée par segments homogènes d'habitat selon la caractérisation détaillée adaptée de l'annexe 2 du document de Couillard *et al.* (2011). Les segments homogènes sont basés sur les similitudes du type d'écoulement (rapides, seuil, fosse, étang, chenal, méandre, cascades, chutes; tableau 2).

**Tableau 2 : Classification des types de faciès d'écoulement**

Faciès	Code	Description
Chute	Ct	Segment d'un cours d'eau où le lit présente une dénivellation brusque. Ce dernier est généralement constitué de roc avec quelquefois de très gros blocs. Il s'agit d'obstacles à la migration des poissons, souvent infranchissables.
Cascade	Ca	Rupture de pente en forme d'escalier, où dominant le roc et les gros blocs. Il s'agit d'obstacles à la migration des poissons, qui peuvent être franchissables ou infranchissables selon le cas.
Rapide	Ra	Légère rupture de pente où le courant est rapide : la surface de l'eau est brisée par la présence de matériaux grossiers qui affleurent. La granulométrie du lit s'échelonne généralement du gros bloc au caillou.
Seuil	Se	Secteur peu profond constituant un haut-fond ou une légère rupture de pente du lit du cours d'eau. L'écoulement y est assez rapide et la granulométrie se situe habituellement dans la gamme des graviers, cailloux et galets.
Chenal	Ch	Segment où la profondeur d'eau, d'environ 1 m ou plus, est relativement constante. Le courant varie de modéré à lent et la surface de l'eau demeure lisse. La granulométrie des matériaux varie du sable au galet.
Méandre	Me	Section d'un cours d'eau où le tracé forme de multiples boucles. Le lit présente une alternance de seuils et de fosses dont la granulométrie s'échelonne des sables aux cailloux.
Bassin	Ba	Zone profonde localisée souvent au pied d'un obstacle et correspond la plupart du temps à un élargissement du cours. Le courant est lent, favorisant la sédimentation. Les bassins intercalés dans des sections de chutes et cascades font cependant exception à cette définition : de dimensions plus restreintes, ils sont constitués principalement de roc et de matériaux grossiers.

Source : Adapté de Boudreault, 1984.

Pour chacun des segments, des informations concernant la profondeur moyenne, la largeur mouillée, la vitesse de courant, le substrat et la végétation aquatique étaient notées. Les tributaires faisant partie de cette étude sont les ruisseaux Patenaude et Boyce-Gervais localisés près de la marina Sieur De-Champlain, de même que le ruisseau Fairbanks qui se jette dans la rivière Richelieu, plus au sud de la zone d'étude. Ces cours d'eau, associés à la plaine inondable de la rivière Richelieu, sont situés sur la rive gauche de la rivière Richelieu et ils ont été identifiés comme étant des habitats de fraie potentiels par le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP) pour le grand brochet (*Esox lucius*)<sup>1</sup>. Les ruisseaux Patenaude et Boyce-Gervais ont été caractérisés lors de la campagne 1 tandis que le ruisseau Fairbanks a été inventorié à la campagne 4 (voir le tableau 1).

La caractérisation du substrat a été effectuée selon la charte granulométrique présentée au tableau 3. Des transects de caméras ont été effectués de manière à couvrir la zone d'étude, avec une emphase sur la rive gauche. À chaque début de transect (carte 3), une caractérisation directe du substrat a été effectuée à l'aide d'une benne Ponar (photo 1, carte 3). À des fins de représentation graphique, le substrat a été présenté sur les cartes en tant que « grossier » lorsque sa composition était composée majoritairement de substrat ayant un diamètre de particules de 5 mm et plus (gravier jusqu'à gros bloc) alors qu'il a été représenté comme étant un substrat « fin » lorsque sa composition était majoritairement composée de particules de sables ou plus petit (diamètre de 4 mm et moins). Une photographie de chaque échantillon de substrat récolté avec la benne a été prise (annexe B).

**Tableau 3 : Classification granulométrique utilisée pour la caractérisation du substrat**

Classe granulométrique	Code	Diamètre des particules (mm)
Roche-mère ou Roc	R	–
Gros bloc	XB	Plus de 500 mm
Bloc	B	De 250 à 500 mm
Galet	G	De 80 à 249 mm
Caillou	C	De 40 à 79 mm
Gravier	Gr	De 5 à 39 mm
Sable et limon	S	De 0,12 à 4 mm
Argile	A	Moins de 0,12 mm
Limon	L	–
Matière organique	Mo	–

Sources : MEF, 1994; SFA, 2011.

<sup>1</sup> Données fauniques transmises par courriel le 22 juillet 2020 par la Direction de la gestion de la faune de l'Estrie, de Montréal, de la Montérégie et de Laval.



Photo 1 : Benne Ponar

### 3.3.1.2 Végétation aquatique

Les herbiers aquatiques ont également été délimités en surfaces homogènes (polygone correspondant à un herbier). Dans un premier temps, une délimitation de ces milieux à partir d'une embarcation nautique a été réalisée en zone peu profonde par observation directe ou à l'aide d'un bathyscope lorsque nécessaire. Dans un deuxième temps, les transects de caméra sous-marine avec enregistreur utilisés pour détecter la présence de mulettes (voir section 3.4.2.2, carte 3) ont été visionnés afin de délimiter avec précision les herbiers aquatiques dans les zones profondes. Des transects supplémentaires de caméra (n = 6) ont été réalisés perpendiculairement au thalweg de la rivière Richelieu dans la zone d'inventaire. Ceux-ci étaient espacés entre eux d'environ 250 m. Ces deux méthodes (visuelle et par caméra sous-marine) ont été utilisées pour décrire et estimer le pourcentage de recouvrement par type de végétation aquatique. Les principales espèces végétales ont été identifiées pour chacune des surfaces homogènes. Les herbiers ont été classés en trois types, soit :

- le type 1 représentant un herbier à plantes submergées (T1);
- le type 2 représentant un herbier à plantes flottantes (T2);
- le type 3 représentant un herbier à plantes émergentes (T3).

Le recouvrement moyen des herbiers aquatiques a été établi en utilisant une cote d'abondance-dominance selon la méthode adaptée de Braun-Blanquet (1932). Les indices d'abondance-dominance utilisés se trouvent dans le tableau 4.

**Tableau 4 : Cote d'abondance-dominance de la végétation aquatique selon le pourcentage de recouvrement**

Cote	Description
0	Aucun herbier (type 1, 2 et 3)
R	Quelques rares individus
+	Moins de 1 % de recouvrement
1	De 1 à 5 % de recouvrement
2	De 6 à 25 % de recouvrement
3	De 26 à 50 % de recouvrement
4	De 51 à 75 % de recouvrement
5	De 76 à 100 % de recouvrement

D'autres particularités, telles que la présence d'algues recouvrant le substrat ou encore la présence d'espèces exotiques envahissantes, ont été notées.

### 3.3.1.3 Qualité de l'eau et des sédiments

Les campagnes d'échantillonnage comprennent la prise d'échantillons d'eau et de sédiments destinés à des analyses physico-chimiques en laboratoire ainsi que et des mesures *in situ* de la qualité de l'eau (carte 3).

À chaque station, la localisation a été déterminée à l'aide d'un appareil GPS (Garmin – Oregon 700) offrant un niveau de précision de 3 m. Par la suite, l'échantillonneur a été positionné vers l'amont afin de prévenir la contamination de l'échantillon par des traces d'essence ou d'huile provenant de l'embarcation.

#### 3.3.1.3.1 Qualité de l'eau *in situ*

Des mesures *in situ* de la qualité de l'eau dans la rivière Richelieu et ses tributaires ont été prises à toutes les campagnes (1 à 4; tableau 1). Ces mesures ont été réalisées à l'aide d'une multisonde Manta+ 35 (Eureka Water Probes). Les paramètres mesurés comprennent la température (°C), l'oxygène (dissous [mg/l] et % de saturation), le pH, la turbidité (UTN) et la conductivité spécifique ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). La transparence a été prise à l'aide d'un disque de Secchi, conformément à la méthode préconisée par le MFFP (MEF, 1994; SFA, 2011). Les instruments de mesure *in situ* ont été étalonnés selon les instructions fournies par le fabricant avant la campagne d'inventaire. Les variables échantillonnées sont détaillées au tableau 5.

Lorsque la profondeur le permettait, les mesures ont été prises tout au long de la colonne d'eau. Pour ce faire, une mesure a été prise à 30 cm sous la surface, ainsi qu'à chaque mètre jusqu'au fond. L'approche de chaque station s'est faite à partir de l'aval afin d'éviter de perturber le site de prélèvement par la remise en suspension de particules fines et pour prévenir la contamination de l'échantillon par des traces d'essence ou d'huile provenant de l'embarcation. À chaque station, la proue du bateau était positionnée vers l'amont.

**Tableau 5 : Appareils utilisés et description des variables mesurées lors des relevés physico-chimiques et de la caractérisation de l'habitat**

	Variable	Zone <sup>A</sup>	Appareils utilisés	Unité	Précision
Habitats aquatiques	Profondeur	Peu profonde	Règle graduée	Mètre	± 0,05
		Profonde	Sonar Humminbird Helix9	Mètre	± 0,05
	Vitesse du courant	Peu profonde et profonde	Courantomètre Swoffer 2100	m/sec	± 0,05
	Substrat	Peu profonde	Visuelle	Voir tableau 3	-
		Profonde	Benne Ponar, Camera sous-marine couleur HD	Voir tableau 3	-
	Herbiers aquatiques	Peu profonde	GPS Garmin 64	Mètre carré	± 3
Profonde		Camera sous-marine	Mètre (Mesure ponctuelle) <sup>B</sup>	± 3 <sup>B</sup>	
Physicochimie	pH	Rivière Richelieu/ Ruisseaux Patenaude, Boyce-Gervais et leur embouchure / Ruisseau Fairbanks	Multisonde Manta+ 35 (Eureka Water Probes)	Unité de pH	± 0,2
	Conductivité			µS/cm	± 0,001
	Température			°C	± 0,1
	Oxygène dissous			mg/l	± 0,2
	Saturation en oxygène			%	± 0,05
	Turbidité			UTN	± 0,05
	Transparence	Rivière Richelieu	Disque de Secchi	cm	± 5

<sup>A</sup> Les zones peu profondes réfèrent aux sections de moins de 1 m dans la rivière Richelieu et aux tributaires. Les zones profondes se trouvent uniquement au centre de la rivière Richelieu.

<sup>B</sup> La caractérisation des herbiers aquatique en zone profonde a été faite de manière ponctuelle avec la caméra sous-marine; leur délimitation n'a pu être faite de manière précise étant donné la grande distance séparant les transects de caméra au centre de la rivière ainsi qu'en rive droite. La précision de l'emplacement des relevés (± 3 m) est liée à celle du GPS.

En 2020, six stations ont été échantillonnées dans la rivière Richelieu, soit le 18 septembre 2020, incluant deux mesures ponctuelles en rive gauche, une mesure en rive droite, une mesure dans chacun des canaux situés au nord et au sud de la rue Martin ainsi qu'un profil vertical complet dans le thalweg de la rivière (stations Ph4 à Ph9, carte 3). Un relevé physico-chimique a également été pris dans deux tributaires (ruisseaux Boyce-Gervais et Patenaude) ainsi que dans leur embouchure, pour un total de trois stations (Ph1 à Ph3, carte 3). Le profil vertical effectué dans le thalweg de la rivière Richelieu (Ph8) a été obtenu en descendant graduellement la sonde dans la colonne d'eau, soit à 0,5 m sous la surface ainsi qu'à tous les mètres subséquents jusqu'au fond de la rivière.

En 2021, ce sont neuf stations qui ont été échantillonnées dans la rivière Richelieu les 10 avril, 3 juin et 28 juillet (carte 3). Celles-ci incluent deux stations en rive gauche (RG2.1 et RG2.2), une en amont de ce secteur (RG1), une en aval près de la marina Le Sieur de Champlain (RG3.1), une en aval près du quai Richelieu (RG3.2), une sur la rive droite (RD1), deux dans le chenal de navigation de la rivière (Chenal et ChenalAv) et une à quelques kilomètres en aval (Ash).

### 3.3.1.3.2 Qualité de l'eau en laboratoire

Étant donné que la rivière présente une absence de signes de stratification, chaque station a été échantillonnée sur toute la hauteur de la colonne d'eau à l'aide d'un échantillonneur intégrateur. Cet échantillonnage consiste à descendre l'échantillonneur en prenant bien soin de ne pas toucher le fond, et à le remonter jusqu'à la surface avant que la bouteille ne soit pleine afin d'obtenir un échantillon représentatif de la colonne d'eau.

Puisque le milieu peut subir l'influence des activités municipales, industrielles et agricoles, un ensemble de variables permettant de décrire les principales composantes physicochimiques des plans d'eau en fonction de la viabilité de la vie aquatique est utilisé. À cet effet, les catégories de paramètres suivants ont fait l'objet d'analyses tant sur l'eau que les **sédiments** en 2021 :

- Métaux totaux et ions;
- Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et Hydrocarbures C<sub>10</sub>-C<sub>50</sub>;
- BPC totaux (congénères);
- Pesticides et herbicides;
- Autres paramètres conventionnels et nutriments.

Le choix des variables est étendu et repose sur le fait que la zone d'étude dans la rivière Richelieu est située à proximité de terres agricoles, d'une marina, d'infrastructures humaines diverses et qu'elle constitue un corridor de navigation.

Les catégories de paramètres du tableau 6 ont fait l'objet d'analyses en avril et juillet 2021, à l'exception des stations ChenalAv et RG3.2, qui n'ont été échantillonnées qu'en avril. Étant donné que la campagne d'avril a démontré une qualité de l'eau similaire entre plusieurs stations, ces deux stations ont été retirées de la campagne de juillet étant donné qu'elles n'apportaient pas d'information supplémentaire par rapport aux stations voisines (RG3.1 et Chenal). De plus, les pesticides et herbicides n'ont été analysés qu'en juillet afin d'augmenter les chances de détection (haute saison agricole). Aucune analyse de laboratoire n'a été réalisée sur l'eau pour la campagne de juin 2021 étant donné que les conditions hydrologiques (étiage) étaient similaires à celles d'avril, et n'auraient donc vraisemblablement apporté aucune nouvelle information.

**Tableau 6 : Résumé des analyses physicochimiques de l'eau aux stations d'échantillonnage (2021)**

Stations	Métaux totaux et ions	Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et hydrocarbures C10-C50	Biphényles polychlorés (BPC) totaux (congénères)	Autres paramètres conventionnels et nutriments	Pesticides et herbicides
RG1	A+J	A+J	A+J	A+J	J
RG2.1	A+J	A+J	A+J	A+J	–
RG2.2	A+J	A+J	A+J	A+J	J
RG3.1	A+J	A+J	A+J	A+J	–
RG3.2	A	A	A	A	–
Chenal	A+J	A+J	A+J	A+J	J
ChenalAv	A	A	A	A	–
RD1	A+J	A+J	A+J	A+J	J
Ash	A+J	A+J	A+J	A+J	J

A : Échantillonné en avril seulement

A+J : Échantillonné en avril et juillet

J : Échantillonné en juillet seulement

### Contrôle-qualité de l'échantillonnage et de l'analyse de l'eau

Un ensemble de blanc de terrain a été obtenu avant le début de l'échantillonnage. Les blancs ont été ouverts puis transvasés dans les bouteilles sur le bateau afin de vérifier l'absence de contamination des bouteilles pendant leur transport ou de déceler une contamination qui serait apparue entre le moment du prélèvement et celui de l'analyse.

Les résultats sont considérés acceptables si les blancs présentent des valeurs inférieures à la limite de détection.

Sur 10 % des stations, un prélèvement en duplicata a été réalisé afin que le laboratoire ne puisse retracer son origine (échantillon fantôme). Un échantillon supplémentaire est donc prélevé pour une station et analysé à l'insu du laboratoire. Ces échantillons fantômes permettent d'évaluer la qualité des analyses.

Les répliques permettent de déterminer la précision des analyses, c'est-à-dire de vérifier à quel point les résultats des répliques sont similaires. La précision sera jugée acceptable si le coefficient de variation est inférieur à 18 % entre l'échantillon témoin et le duplicata lorsque les concentrations sont supérieures à 10 fois la limite de détection rapportée.

Le coefficient de variation (C.V.) en pourcentage (%) se définit comme suit :

$$C.V. (\%) = \frac{\text{écart-type des résultats obtenus pour les échantillons}}{\text{moyenne des résultats obtenus pour les échantillons}} \times 100$$



La qualité de l'eau est évaluée en comparant les concentrations mesurées aux valeurs retrouvées dans les grilles publiées par le Conseil canadien des ministres de l'Environnement (recommandations canadiennes pour la qualité des eaux : protection de la vie aquatique) et le ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (critères de qualité de l'eau pour la protection de la vie aquatique).

### ***Critères d'évaluation de la qualité de l'eau***

La mise en place de la ligne dans le fond de la rivière Richelieu pourrait possiblement affecter la qualité de l'eau, soit en mettant en circulation des particules fines ou des contaminants séquestrés dans les sédiments.

La qualité de l'eau a ainsi été évaluée en comparant les concentrations mesurées aux valeurs retrouvées dans les grilles publiées par :

- Le Conseil canadien des ministres de l'Environnement (CCME). Le CCME a publié en 2001 des recommandations pour la qualité des eaux pour la protection de la vie aquatique. Ces recommandations sont conçues pour assurer la protection à long terme de toutes les formes de vie aquatique et de tous les aspects des cycles vitaux aquatiques, y compris les stades les plus sensibles du cycle biologique des espèces les plus sensibles (CCME, 2021).
- Le ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC). Le critère de vie aquatique chronique (CVAC) est la concentration la plus élevée d'une substance en dessous de laquelle aucun effet néfaste sur les organismes aquatiques (et leur progéniture) n'est anticipé lorsqu'ils y sont exposés quotidiennement pendant toute leur vie (MELCC, 2020).

### **3.3.1.3.3 Qualité des sédiments**

Les données de qualité des sédiments sont complémentaires aux données de qualité de l'eau et apportent des informations sur l'historique de la qualité du milieu.

#### ***Échantillonnage***

Les stations d'échantillonnage sont les mêmes que celles établies pour la qualité de l'eau en juillet 2021 afin d'obtenir un portrait complémentaire, mais aussi de manière à obtenir un portrait global de la qualité du milieu (carte 3). Les catégories de paramètres choisies pour l'analyse des **sédiments** sont les mêmes que ceux choisis pour les analyses d'eau en laboratoire (voir section 3.3.1.3.2).

Dans le cas des pesticides et herbicides, les analyses n'ont porté que sur certaines stations (RG1, RG2.2, Chenal, RD1 et Ash). Ces stations couvrent la partie aquatique restreinte de la zone d'étude (rive gauche, rive droite et chenal) et donnent un bon aperçu du cadre de référence. Toutes les stations ont été échantillonnées à l'aide d'une benne Ponar (0,052 m<sup>2</sup>) à 30 cm de profondeur (photo 1). L'échantillonnage s'est limité à la portion supérieure de la colonne de sédiments (approximativement 0-15 cm) afin d'éviter de récolter les matériaux ayant été mis en contact avec la benne.

Les travaux d'échantillonnage ont été réalisés en respectant les exigences du *Guide d'échantillonnage des sédiments du Saint-Laurent pour les projets de dragage et de génie maritime* (Environnement Canada, 2002), soit :

- Avant chaque prélèvement, la benne a été rincée avec l'eau du milieu de manière à retirer les matières étrangères.
- Des cuillères jetables ou ayant eu les rinçages adéquats pour les décontaminer (acide nitrique, acétone, hexane, eau purifiée, etc.) ont été utilisées pour les prélèvements de sédiments du carottier vers les pots, en s'assurant de prendre des sédiments qui n'ont pas touché aux parois de l'échantillonneur pour éviter une contamination croisée.
- Les échantillons ont été directement insérés dans des contenants (pots) à usage unique fournis par le laboratoire de manière à conserver l'intégrité des sédiments jusqu'à leur analyse.
- Les contenants ont été conservés au frais et acheminés au laboratoire dans les délais requis pour les analyses selon les modes de conservation préconisés (CEAEQ, 2013).

Lors de l'échantillonnage, les observations suivantes ont été notées à chaque station :

- Emplacement de la station (positionnement avec un appareil GPS);
- Heure et date du prélèvement;
- Description physique de la station :
  - Profondeur;
  - Présence de végétation aquatique ou de débris ligneux;
  - Type de substrat (déterminé visuellement);

L'échantillonnage des sédiments a été effectué de l'aval vers l'amont, selon le mouvement de l'eau pour éviter de perturber les sédiments de la zone à échantillonner. Les échantillons étaient considérés qualitativement acceptables uniquement lorsque la benne était refermée de façon étanche et que la profondeur de pénétration de la benne dans les sédiments était suffisante.

### **Contrôle de la qualité de l'analyse des sédiments**

À l'instar du volet traitant de la qualité de l'eau, des mesures de contrôle de la qualité des sédiments ont été prises sur le terrain.

Des répliques ont été prélevés selon les recommandations d'Environnement Canada (2002), soit minimalement 10 % du nombre total de stations (un réplique dans le cas présent). Ce réplique a été prélevé à la station RG2.2 située en rive gauche dans le secteur projeté des travaux. Il fut analysé à l'insu du laboratoire (échantillon fantôme) en lui attribuant un numéro d'échantillon distinct, soit RG2.3.

Tous les échantillons ont respecté les délais de conservation avant leur arrivée au laboratoire de Bureau Veritas. Les échantillons d'eau ont été conservés sur la glace à environ 4 °C jusqu'à leur arrivée au laboratoire.

Les échantillons fantômes permettent de déterminer la précision des analyses, c'est-à-dire vérifier la similarité des résultats. Les écarts maximaux acceptables pour les métaux, les HAP et les C<sub>10</sub>-C<sub>50</sub> dans les sédiments sont de 30 % entre l'échantillon et son fantôme si les concentrations sont supérieures à 10 fois la limite de détection rapportée (MDDELCC, 2016a).

Tout comme pour la qualité de l'eau, ces écarts se calculent par le coefficient de variation (C.V.).

## Critères d'évaluation de la qualité des sédiments

Les niveaux de contamination des sédiments ont été déterminés à l'aide de deux types de critères, soit des critères de qualité des sédiments d'eau douce et de critères de qualité génériques des sols (dans l'optique où ceux-ci pourraient éventuellement être disposés en milieu terrestre).

### Critères de qualité des sédiments d'eau douce

Les critères pour l'évaluation de la qualité des sédiments au Québec (Environnement Canada et MDDEP, 2007) ont été utilisés pour effectuer l'interprétation des résultats d'analyse chimique des sédiments d'eau douce. Il existe cinq valeurs de référence nécessaires pour la gestion des sédiments au Québec :

CER : **Concentration d'effets rares**. Il s'agit d'un critère utilisé pour suivre l'évolution de la qualité des sédiments. Lorsque la concentration de toutes les substances analysées est inférieure ou égale à la CER, aucune mesure n'est envisagée, car les sédiments sont jugés sans effet sur le milieu.

CSE : **Concentration seuil produisant un effet**. Lorsque les concentrations sont égales ou inférieures aux CSE, la probabilité que les sédiments aient un impact sur le milieu est considérée faible.

CEO : **Concentration d'effets occasionnels**. Seuil à partir duquel la probabilité d'observer des effets biologiques néfastes est relativement élevée.

CEP : **Concentration produisant un effet probable**. Seuil à partir duquel la probabilité d'observer des effets biologiques néfastes est élevée.

CEF : **Concentration d'effets fréquents**. Seuil à partir duquel la probabilité d'observer des effets biologiques néfastes est très élevée.

Bien qu'il existe cinq valeurs de référence, elles ne sont jamais toutes utilisées simultanément lors de la gestion des sédiments. En effet, seulement deux d'entre elles sont utilisées pour chacun des trois contextes de gestion des sédiments suivants :

- Prévention de la contamination des sédiments due à des rejets industriels
- Gestion des sédiments résultant de travaux de dragage
- Restauration de sites contaminés

Seule la gestion des sédiments a été considérée dans la présente étude, car les deux autres options sont hors contexte dans le cadre des travaux projetés.

Ainsi, la concentration d'effets occasionnels (CEO) et la concentration d'effets fréquents (CEF) constituent les deux valeurs seuils qui encadrent la mise en dépôt terrestre des sédiments résultant de travaux de dragage (tableau 7).

**Tableau 7 : Contexte d'application des critères de qualité des sédiments dragués au Québec**

Concentration <span style="float: right;">→</span>					
	-				+
Impact appréhendé	La probabilité de mesurer des effets biologiques néfastes est relativement faible.	Seuil CEO	La probabilité de mesurer des effets biologiques néfastes est relativement élevée et elle augmente avec la concentration.	Seuil CEF	La probabilité de mesurer des effets biologiques néfastes est très élevée.
Mode de gestion des sédiments dragués	Les sédiments peuvent être rejetés en eau libre ou être utilisés à d'autres fins dans la mesure où le dépôt ne contribue pas à détériorer le milieu récepteur.		Le rejet en eau libre ne peut être considéré comme une option valable que si l'innocuité des sédiments pour le milieu récepteur est démontrée par des tests de toxicité et que le dépôt ne contribue pas à détériorer le milieu récepteur.		Le rejet en eau libre est proscrit. Les sédiments doivent être traités ou confinés de façon sécuritaire.

Source : Environnement Canada et MDDEP, 2007.

### Critères de qualité génériques des sols

Les sédiments retirés de la rivière Richelieu seront considérés comme des sols s'ils se retrouvent sur ses berges. Par conséquent, la qualité des sédiments est également établie sur la base des critères génériques pour les sols du Québec. Ces derniers permettent d'évaluer l'ampleur d'une contamination et de fixer les objectifs de décontamination pour un usage donné advenant que les sédiments soient disposés en milieu terrestre (Beaulieu, 2021).

En effet, la gestion au sol implique le respect des normes et des dispositions édictées par le *Règlement sur le stockage et les centres de transfert de sols contaminés (RESC)*<sup>2</sup> et la *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés* (Beaulieu, 2021). Le principe de base stipule que l'on ne peut disposer des sols (ou sédiments) contaminés sur un sol présentant des concentrations de contamination inférieures à ces sols (ou sédiments) contaminés.

Les critères (A, B, C) sont définis comme suit :

- **Critère A** : Teneurs de fond pour les paramètres inorganiques et limite de quantification<sup>3</sup> pour les paramètres organiques. Pour ces derniers, ce critère correspond à la limite de quantification puisque ce sont des contaminants que l'on ne retrouve pas de façon naturelle dans les sols.
- **Critère B** : Limite maximale acceptable pour des terrains résidentiels ou des terrains où se déroulent certains usages institutionnels tels que :
  - établissements d'enseignement primaire ou secondaire;
  - centres de la petite enfance;

<sup>2</sup> <http://legisquebec.gouv.qc.ca/fr/ShowDoc/cr/Q-2,%20r.%2046/>

<sup>3</sup> La limite de quantification est définie comme la concentration minimale qui peut être quantifiée à l'aide d'une méthode d'analyse avec une fiabilité définie.

- garderies;
- centres hospitaliers;
- centres d'hébergement et de soin longue durée;
- centres de réadaptation;
- centres de protection de l'enfance ou de la jeunesse;
- établissements de détention;
- le premier mètre des aires de jeu des parcs municipaux.

**Critère C** : Limite maximale acceptable pour des terrains industriels, commerciaux, institutionnels non sensibles et récréatifs (pistes cyclables et parcs municipaux, sauf le premier mètre des aires de jeu), de même que pour ceux destinés à former l'assiette d'une chaussée ou d'un trottoir en bordure de celle-ci.

#### 3.3.1.4 Délimitation des habitats piscicoles

À partir des données biophysiques obtenues, le positionnement des habitats piscicoles, tels que les aires d'alevinage, de croissance, d'alimentation, de fraie, d'hivernage et de migration, a pu être déterminé. Une attention particulière a été portée aux habitats potentiels des espèces à statut précaire fréquentant la zone d'étude. L'utilisation de ces habitats par les espèces concernées a été évaluée à l'aide de pêches expérimentales (section 4.3.1).

#### 3.3.2 Habitat riverain

Les milieux riverains incluent les rives et les plaines inondables adjacentes au milieu aquatique. Ces derniers ont été identifiés en fonction du document *Identification et délimitation des milieux hydriques et riverains* du MELCC (2015). Étant donné la nature privée et agricole des terrains entourant la rivière Richelieu et ses tributaires, la ligne des hautes eaux n'a pu être délimitée sur le terrain en utilisant la méthode botanique simplifiée. La cartographie des plaines inondables (réurrences de 2 ans, 20 ans et 100 ans) du CEHQ (2021) a donc été utilisée pour délimiter la LHE dans la zone d'étude. En effet, selon l'article 2.1 de la politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables (PRLPI), à défaut de pouvoir délimiter la LHE à partir de la méthode botanique experte ou simplifiée, la limite des inondations de récurrence de 2 ans est considérée équivalente (MDDELCC, 2015).

Une caractérisation de la rive immédiate, soit environ 15 mètres à partir de la limite de l'eau, a donc été effectuée sur le terrain. Les paramètres tels que la pente du talus, la présence et le type de végétation, le type de sol et la stabilité des berges ont été notés et photographiés dans toute la zone d'étude. Toute autre information pertinente (ex. : présence d'enrochement de nature anthropique) a également été considérée. La caractérisation a été faite en considérant les habitats potentiels pour les poissons. En effet, certaines espèces de poissons (ex. : grand brochet) peuvent se servir de la végétation riveraine pendant la période de fraie.

### 3.4 Inventaires des espèces aquatiques utilisant la rivière Richelieu et les trois tributaires de la zone d'étude

#### 3.4.1 Ichtyofaune

Dans le but de documenter l'utilisation des habitats piscicoles par la faune ichthyenne, des engins non létaux ont été utilisés afin de minimiser les mortalités et les risques de blessures des poissons. Parmi ceux-ci figurent des filets-trappes (Alaska, verveux et nasses) et la seine de rivage qui ont été utilisés dans la rivière Richelieu (tableau 8 et photos 2 à 5). Afin de diversifier les engins de pêche utilisés et en vue de maximiser les chances d'inventorier toutes les espèces présentes, des filets maillants montés à 25 % ont également été utilisés en rive gauche ainsi qu'en zone profonde (photo 6). Ces derniers étaient relevés après approximativement deux heures de pêche (moyenne de 2h06). La pêche à l'électricité embarcation a également été utilisée (photo 9). Le bathyscope et le filet troubleau ont aussi été utilisés soit pour la recherche d'œufs, de larves, ou encore de nids à centrarchidés (photo 7).

**Tableau 8 : Spécifications des engins de pêche utilisés lors des inventaires ichtyologiques**

Engin de pêche	Dimensions	Remarques
Bathyscope	Diamètre de la fenêtre : 33,5 cm; 51 cm de hauteur	-
Filet troubleau	Ouverture : 45,7 cm x 22,9 cm	Mailles de 500 µm
Nasse	Diamètre : 30 cm; 60 cm de longueur	-
Trappe Alaska	Ouverture de 1,2 m x 1,6 m; mailles de 1,9 cm	Avec ailes latérales et guideau central de 25 m
Pêche électrique	-	En embarcation / De la marque Smith-Root
	-	Portative/ De la marque Smith-Root
Verveux	0,75 m x 0,75 m; 4 cerceaux de 0,75 m (diam.) mailles de 1,9 cm	Avec ailes latérales; Ouverture carrée
Filet maillant monté à 25 %	150 pieds de long x 2 m de haut	Mailles de 2 pouces. Filets relevés aux 2 heures
Seine de rivage	20 m de longueur x 1,2 m de hauteur	Avec poche centrale

Dans la rivière Richelieu, ces engins de pêche ont été positionnés de manière à couvrir de manière exhaustive la rive gauche de la rivière, dans le secteur projeté pour le passage de la future ligne électrique. Afin de prendre en considération la mobilité des poissons, des engins ont également été posés au centre de la rivière ainsi que sur la rive droite. La carte 3 montre toutes les stations de pêche qui ont été effectuées dans la zone d'étude.

L'inventaire ichtyologique dans les tributaires a été effectué à la pêche électrique (pêcheuse portative Smith- Root; photo 9) pour ce qui est du ruisseau Patenaude et du ruisseau Boyce-Gervais. Le ruisseau Patenaude a été arpenté d'aval en amont sur une distance de 200 m alors que le ruisseau Boyce-Gervais a été parcouru jusqu'à l'endroit où il s'assèche, soit 90 m en amont d'un ponceau situé sous le rang de la Barbotte. L'embouchure de ces ruisseaux passe sous la route via un ponceau. Trois coups de seine ont été donnés dans ce cours d'eau, soit un directement dans le bassin situé du côté est du ponceau et deux autres entre ce point et la rivière Richelieu (carte 3). Dans le ruisseau Fairbanks, la seine de rivage et des verveux ont principalement été utilisés pour les pêches expérimentales.

Le tableau 9 résume l'effort de pêche déployé dans la rivière Richelieu et ses tributaires lors des quatre campagnes d'échantillonnage.

**Tableau 9 : Effort de pêche effectué lors des quatre campagnes d'inventaire sur la faune ichthyenne dans la rivière Richelieu et ses tributaires en 2020 et 2021**

Engin de pêche (effort)	Campagnes								Total par engin
	1 (14 au 19 septembre 2020)		2 (8,9 et 27 avril 2021)		3 (1 au 3 juin 2021)		4 (26 au 28 juillet 2021)		
	Riv. Richelieu	Tributaires	Riv. Richelieu	Tributaires	Riv. Richelieu	Tributaires	Riv. Richelieu	Tributaires	
Bathyscope (distance observée en mètre linéaire et nombre de sites)	-	-	1 143 (n=4)	-	1 575 (n=10)	-	112 (n=1)	-	<b>2 830 (n=15)</b>
Filet troubleau (distance en mètre linéaire nombre de sites)	-	-	468 (n=1)	432 (n=3)	1 333 (n=12)	23 (n=1)	1 344 (n=13)	-	<b>3 599 (n=30)</b>
Seine (nombre de sites)	15	3	4	2	16	-	10	-	<b>50</b>
Filet maillant (nombre/2 heures)	15	-	10	-	12	-	-	-	<b>37</b>
Trappe Alaska (engin-jour)	14	-	8	-	9	-	-	-	<b>31</b>
Verveux (engin-jour)	11	-	-	6	2	6	-	-	<b>25</b>
Nasses (engin-jour)	-	-	-	-	-	8	-	-	<b>8</b>
Pêche électrique portable (distance pêchée en mètre linéaire)	-	290 (n=2)	-	-	-	-	-	-	<b>290</b>
Pêche électrique embarcation (distance pêchée en mètre linéaire)	-	-	-	-	-	-	6 974 (n=5)	-	<b>6 974 (n=5)</b>



**Photo 2 : Trappe Alaska; les trois bouées blanches sont visibles sur la photo**



**Photo 3 : Verveux**



**Photo 4 : Nasse**



**Photo 5 : Seine de rivage**



**Photo 6 : Filet maillant**



**Photo 7 : Pêche électrique en embarcation**



**Photo 8 : Bathyscope**



**Photo 9 : Pêche électrique portative**



La position géographique de chaque engin de pêche a été enregistrée à l'aide d'un GPS (Garmin modèle Oregon 700 ou appareil cellulaire : précision  $\pm 3$  m). Outre la localisation, d'autres variables ont été soigneusement notées, soit :

- date et heure de pose (ou de passage dans le cas de certains engins [p. ex. : seine de rivage]);
- date et heure de levée (filets-trappes et filets maillants);
- température de l'eau ( $^{\circ}\text{C}$ ; le cas échéant à la pose et à la levée du filet);
- profondeur (m);
- vitesse du courant (m/s).

### 3.4.1.1 Traitement des données

Tous les poissons capturés ont été identifiés à l'espèce, dénombrés, mesurés et relâchés vivants à proximité du site de leur capture, à l'exception des espèces exotiques envahissantes qui ont été sacrifiées. La plupart des spécimens ont été mesurés (longueur totale  $\pm 1$  mm). Lorsqu'un grand nombre de poissons d'une même espèce était récolté, la longueur totale était prise sur un sous-échantillon. Le pourcentage d'individus mesurés ainsi que les statistiques descriptives relatives à chacune des espèces sont présentés à la section 4.3.1.

Comme il s'agissait de pêches réalisées avec des engins non létaux et que certains éléments n'ont pas été collectés (p. ex. : masse, structure d'âge), seulement quelques paramètres usuels de la dynamique des populations de poissons ont pu être déterminés. Dans les catégories d'indicateurs analysées figurent néanmoins quatre indicateurs d'abondance et un de croissance (tableau 10).

**Tableau 10 : Indicateurs biologiques et morphométriques utilisés**

Type d'indicateur	Indicateur	Unité	Remarque	Espèces ciblées
Abondance	Abondance absolue	n	Nombre d'individus capturés par espèce. Fournit des informations sur la composition spécifique d'une communauté de poissons.	Toutes
	Abondance relative	%	Contribution relative (%) de chaque espèce au total des captures. Fournit des informations sur la structure d'une communauté de poissons (agencement, espèce dominante, etc.).	Toutes
	Rendement numérique (CPUE)	Nombre d'individus/ heures de pêche	Nombre moyen d'individus capturés d'une espèce donnée par engin de pêche durant approximativement 24 h (incluant une nuit). Fournit des informations sur l'importance d'une espèce en termes d'abondance. Permet de suivre l'évolution numérique d'une espèce donnée.	Toutes
	Occurrence	%	Pourcentage de filets renfermant une espèce donnée. Fournit des informations quant à la distribution d'une espèce dans un secteur donné.	Toutes
Croissance	Statistiques descriptives des longueurs	mm	Distribution des spécimens capturés en fonction de leur taille.	Toutes

### 3.4.2 Mulettes

Lors de l'inventaire des moules d'eau douce, deux campagnes de terrain ont eu lieu, l'une en 2020 et la seconde en 2021, et ce, avec l'utilisation de deux méthodes distinctes selon la profondeur inventoriée.

#### 3.4.2.1 Rivière Richelieu : eau peu profonde (moins de 1 mètre)

Les rives ont été parcourues et inventoriées à pied par deux observateurs, comme illustré à la carte 3. Chaque transect a été effectué par un seul observateur. Ce dernier échantillonnait un mètre de chaque côté du transect. Là où le substrat et la végétation le permettaient, l'observateur échantillonnait un mètre et demi de chaque côté du transect afin d'avoir la meilleure couverture possible. La superficie inventoriée a donc été calculée en multipliant la longueur du transect par la largeur totale observée (2 m ou 3 m). Une grande partie de la zone peu profonde comprise entre 0 et 1 m de profondeur a été inventoriée de l'aval vers l'amont à l'aide de hublots de surface (bathyscope).

L'effort d'échantillonnage a davantage été déployé en rive gauche, soit à la hauteur de la zone projetée de la ligne de transport électrique. Les inventaires se sont échelonnés sur une période de trois jours, soit entre le 14 et le 18 septembre 2020.

Toutes les mulettes observées (mortes et vivantes) ont été identifiées, photographiées (avec une échelle graphique) et dénombrées. Les coquilles vides ont été ramenées à des fins d'identification. Les protocoles du MFFP intitulés *Procédure pour la prise de photos des moules vivantes* (MFFP, 2018a) et *Procédure pour la remise à l'eau des moules vivantes* (MFFP, 2018b) ont été appliqués. Les photos des spécimens vivants ont été traitées *a posteriori* avec le logiciel de traitement et d'analyse d'images « ImageJ » afin d'approximer les mesures de longueur, hauteur et largeur des coquilles.

La densité a été calculée seulement avec les mulettes vivantes afin de ne pas fausser le calcul avec les coquilles qui auraient pu être amenées par le courant dans la zone d'étude. Les mulettes vivantes ont été redéposées dans le substrat, dans le même habitat et dans la même position que lors de leur récolte. Dans le cas où les mulettes n'ont pu être prélevées ou remises à l'eau directement avec les mains, des pinces de préhension ont été utilisées. Il est à noter que les manipulations des mulettes vivantes ont été effectuées dans un intervalle de temps inférieur à cinq minutes afin d'éviter un stress trop intense pour celles-ci.

L'échantillonnage des mulettes a été réalisé en suivant les recommandations du MFFP et basés sur les protocoles établis par Picard (2018) et Mackie *et al.* (2008). Quelques exceptions ont été notées où la température de l'eau se trouvait à être légèrement inférieure à 16 °C (échantillonnage réalisé en septembre). Cela dit, les températures de l'eau notées pour ces quelques cas demeurent près de 16 °C. Dans ce contexte, aucune incidence n'est donc anticipée sur le prélèvement et la remise en eau des mulettes.

Dans le cas où les inventaires en eau peu profonde n'ont pu être effectués visuellement en raison d'une turbidité trop élevée ou un couvert de végétation aquatique trop important, des transects-caméras, suivant la méthode d'inventaire en eau profonde, ont été utilisés (section 3.4.2.2).

### 3.4.2.2 Rivière Richelieu : eau profonde (plus d'un mètre)

La zone profonde (plus d'un mètre) a été échantillonnée en embarcation à l'aide d'une caméra sous-marine d'inspection (HD 1080P, AVD920, GPS AXSUB) et d'un enregistreur HD (photos 10 et 11) sur des transects parallèles à la rive, tel qu'illustré sur la carte 3. Les tracés furent concentrés dans la zone prioritaire (rive gauche), mais quelques tracés supplémentaires ont été réalisés afin de couvrir l'ensemble de la rivière jusqu'à la rive droite. Chaque tracé a été enregistré sur format vidéo HD et visionné *a posteriori*. Les moules observées ont été géolocalisées à l'aide du module GPS de la caméra qui permet d'inscrire les coordonnées géographiques directement à l'écran. Le visionnement des séquences vidéo a permis d'extrapoler des densités (voir section 3.4.2.3 Traitement des données).

L'échantillonnage a été réalisé dans l'entièreté de la zone en 2020 et 2021. Il a résulté en 27 transects-caméra en 2020 (T1 à T27; carte 3). La caméra permet de visualiser le fond aquatique sur environ 0,5 m de largeur. La superficie parcourue était ensuite multipliée par cette largeur afin d'obtenir une superficie approximative.

L'échantillonnage effectué le 27 juillet 2021 a permis de réaliser un effort supplémentaire de sept transects en rive gauche, plus particulièrement au niveau de la limite de la réserve naturelle Samuel de Champlain (T28 à T34; carte 3).

Tout comme les inventaires en eaux peu profondes, un effort d'inventaire supérieur a été déployé en rive gauche afin de bien couvrir la zone de projection de la ligne de transport électrique.

Les moules vivantes recueillies à chaque début de transect lors des coups de benne (voir section 4.2.1.1 milieu physique) ont été identifiées, photographiées (avec une échelle graphique) et dénombrées. Les coquilles vides ont été ramenées à des fins d'identification. Les protocoles du MFFP intitulés *Procédure pour la prise de photos des moules vivantes* (MFFP, 2018a) et *Procédure pour la remise à l'eau des moules vivantes* (MFFP, 2018b) ont été appliqués.

### 3.4.2.3 Traitement des données

La densité de moules par transect a été approximée seulement avec les individus vivants, en combinant les observations des transects en berge ainsi que des transects-caméras. Les moules récupérées par les coups de benne n'ont pas été incluses dans le calcul des densités, car l'enregistrement du transect vidéo ne couvrait pas systématiquement l'emplacement de ces stations. Les calculs auraient alors été légèrement biaisés par une superficie moins précise.

L'abondance relative de chacune des espèces, calculée uniquement à partir des observations de moules vivantes, vise à obtenir un portrait réel de la communauté selon les secteurs. Puisque les coquilles vides peuvent être déplacées facilement lors des coups d'eau, par le courant, lors de la débâcle ou lors des activités d'alimentation des loutres ou des rats musqués, en tenir compte pourrait biaiser les données d'abondance des populations vivantes dans le secteur étudié.

L'identification de tous les spécimens inventoriés (photos des spécimens vivants et coquilles) a été validée par Marie-Hélène Fraser (biol., M.Sc.), Mélissa Lamoureux (tech. de la faune) et Annie Paquet (tech. de la faune) du MFFP (Direction de la gestion de la faune de l'Estrie, de Montréal, de la Montérégie et de Laval).



**Photo 10 : Sortie de l'eau de la caméra sous-marine couverte de végétation aquatique**



**Photo 11 : Console d'enregistrement de la caméra sous-marine**

### 3.5 Observations fortuites

Toute autre observation faunique (herpétofaune : tortues, couleuvres, anoures; oiseaux et mammifères) a été notée. Pour chacune de ces observations, l'espèce, le lieu et les conditions météorologiques au moment de l'observation ont été notés.

### 3.6 Espèces à statut précaire

Outre les espèces de poissons détenant un potentiel de présence dans la zone d'étude (section 4.1.3), le secteur est également un endroit où la présence de la tortue-molle à épines et du petit blongios a été observée. Selon le CDPNQ, la dernière mention de tortue-molle à épines remonte à 1974. Les mentions de petit blongios sont, quant à elles, plus récentes, avec quatre individus observés près de la frontière en 2014. Une attention particulière a été portée à ces espèces durant toute la durée de l'étude.

### 3.7 Espèces exotiques envahissantes

La présence d'espèces végétales exotiques envahissantes identifiées à l'intérieur, en aval ou en amont de la zone d'étude par l'outil Sentinelle (MELCC, 2021) (tableau 11) a fait l'objet d'une attention particulière lors de la campagne de juillet 2021. Un transect en continu en bordure et à l'intérieur des herbiers en rive gauche a été effectué entre l'enrochement de douanes canadiennes et la frontière canado-américaine (1 463 m et 209 min). Lorsqu'une des espèces précédemment mentionnées était observée, elle était identifiée, géoréférencée et photographiée, tandis que la profondeur, le type de substrat, la vitesse de courant et la température de l'eau étaient notés.

La présence d'espèces indésirables a été notée. Le cas échéant, les spécimens appartenant à cette catégorie ont été disposés selon les protocoles établis par le ministère. Dans le cas de la moule zébrée, il a toutefois été impossible de retirer tous les individus échantillonnés étant donné leur grande abondance. Seuls les spécimens attachés sur les mulettes vivantes ont été retirés du milieu.

Le COVABAR rapporte plusieurs espèces exotiques envahissantes dans la rivière Richelieu. Parmi les espèces de poissons, il est possible de retrouver la tanche (*Tinca tinca*) et le gobie à tache noire (*Neogobius melanostomus*). Le MFFP rapporte également la présence du gardon rouge (*Scardinius erythrophthalmus*) dans la rivière Richelieu. La présence de la moule zébrée dans le bassin de la rivière Richelieu a été constatée en 1994, avec un pic de colonisation dans la région du Haut-Richelieu (COVABAR, 2020). Le tableau 11 rapporte les espèces identifiées comme étant problématiques dans le bassin de la rivière Richelieu par le COVABAR, MFFP et le MELCC.

Dans la revue de l'information existante, il n'y a pas de mentions recensées dans la documentation consultée pour ce qui est de la zone d'inventaire. En revanche, la tanche a été rapportée en aval de la zone d'étude et dans le lac Champlain. Sa présence est donc fortement suspectée. Il en va de même pour le gardon rouge. Bien que présent dans la zone d'étude restreinte, la présence historique du gaspareau et du baret n'est pas connue dans cette section de la rivière Richelieu. Il n'est pas possible d'affirmer hors de tout doute si elles ont toujours été là ou si elles ont été introduites accidentellement. Lorsque ces espèces sont introduites, elles peuvent toutefois modifier profondément une communauté de poissons, tel qu'observé dans certains secteurs du lac Champlain (baie Missisquoi). C'est la raison pour laquelle elles ont été classées dans cette catégorie.

D'autres espèces, comme la lamproie marine, l'alose d'été et une espèce de marigane non répertoriée au Québec (*Pomoxis annularis*) désormais présentes au lac Champlain ne seraient pas indigènes. La lamproie marine a été répertoriée dans la baie Missisquoi et se reproduit dans la rivière aux Brochets (tributaire de la baie Missisquoi).

**Tableau 11 : Liste des espèces exotiques envahissantes rapportées dans le cours ou à proximité de la rivière Richelieu par le COVABAR, le MFFP et le MELCC**

Flore		Faune	
Nom commun	Nom scientifique	Nom commun	Nom scientifique
Myriophylle à épis	<i>Myriophyllum spicatum</i>	Lamproie marine	<i>Petromyzon marinus</i>
Renouée japonaise	<i>Fallopia japonica</i>	Alose d'été	<i>Alosa aestivalis</i>
Châtaigne d'eau	<i>Trapa natans</i>	Gardon rouge	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>
Phragmites (roseau commun)	<i>Phragmites australis</i>	Tanche	<i>Tinca tinca</i>
Butome à ombelle	<i>Butomus umbellatus</i>	Carpe asiatique <sup>A</sup>	4 espèces possibles <sup>B</sup>
Hydrocharide grenouillette	<i>Hydrocharis morsus-ranae</i>	Gobie à tache noire	<i>Neogobius melanostomus</i>
Nerprun cathartique	<i>Rhamnus cathartica</i>	Écrevisse à tache rouge	<i>Orconectes rusticus</i>
Salicaire pourpre	<i>Lythrum salicaria</i>	Cladocère épineux	<i>Bythotrephes longimanus</i>
Potamot crépu	<i>Potamogeton crispus</i>	Moule zébrée	<i>Dreissena polymorpha</i>

<sup>A</sup> : L'appellation « carpe asiatique » regroupe en fait plusieurs espèces de carpes originaires d'Asie.

<sup>B</sup> : Carpe à Grosse Tête (*Hypophthalmichthys nobilis*); Carpe noire (*Mylopharyngodon piceus*); Carpe de roseau (*Ctenopharyngodon idella*); Carpe Argentée (*Hypophthalmichthys molitrix*) (MPO, 2021).



## 4 Résultats

### 4.1 Revue de l'information existante – Faune et habitats

#### 4.1.1 Habitats fauniques

Plusieurs frayères multispécifiques (habitat de reproduction du poisson) sont présentes à la confluence des rivières du Sud et Richelieu, ainsi qu'à proximité de celles-ci. Ces secteurs de fraie reconnus sont toutefois à l'extérieur de la zone d'inventaire (CIME, 2017).

Il est à noter que les milieux humides présents dans la zone d'étude peuvent servir d'habitat de reproduction pour plusieurs espèces de poissons. Lorsque certains étages riverains sont submergés au printemps, comme les marais et les marécages, plusieurs espèces peuvent y frayer (ex. : grand brochet, perchaude). Il en va de même pour les secteurs d'eau peu profonde. Comme ce type de milieu est favorable au développement d'herbiers aquatiques (plantes submergées, flottantes et émergées), plusieurs espèces peuvent également les utiliser en période de reproduction (ex. : certaines espèces de cyprinidés). Ce type de milieu constitue également des habitats importants pour l'alimentation et la croissance (habitat d'alevinage) ainsi que des abris contre la prédation. Ces mêmes étages riverains peuvent être utilisés aux mêmes fins (reproduction, alimentation, croissance, abris) pour plusieurs espèces d'amphibiens et de reptiles. Par ailleurs, selon le MFFP, les marais de l'île Ash abritent des aires de reproduction de plusieurs anoues tels que la grenouille verte, le ouaouaron, la grenouille léopard et la rainette crucifère.

Enfin, les milieux humides<sup>4</sup> situés en rive gauche près de la frontière canado-américaine, de même que les petits tributaires (ruisseaux Boyce-Gervais, Patenaude et Fairbanks), seraient d'ailleurs utilisés par le poisson à des fins de reproduction (carte A, Annexe A). Le crapet-soleil, le brochet maillé, le grand brochet, le poisson-castor, la lotte, l'achigan à petite bouche, le méné jaune et la barbotte brune utiliseraient le secteur selon les informations contenues dans les bases de données du MFFP<sup>2</sup>. La présence du brochet maillé n'a toutefois jamais été validée dans les autres études effectuées dans le secteur.

#### 4.1.2 Faune aquatique invertébrée

Chez les invertébrés, une espèce de crustacés, soit le cladocère épineux, se trouve dans la zone d'inventaire (tableau 12). Deux espèces de mulettes sont présentes en grande quantité, soit l'elliptio de l'Est et le lamspile rayé. Selon Fitchel et Smith (1995), celles-ci se trouvent à divers endroits dans le lac Champlain, incluant la frontière canado-américaine (la limite amont de la zone d'inventaire). Une autre espèce de mulette, soit l'elliptio pointu, a été répertoriée dans la zone aval. Sa présence dans la zone d'inventaire est donc possible. La moule zébrée et la méduse d'eau douce seraient également présentes dans la zone d'inventaire<sup>5</sup>.

Enfin, plusieurs espèces de mulettes se trouvent dans le lac Champlain (tableau 12). En raison de leur proximité avec la rivière Richelieu, la présence de celles-ci dans la zone d'inventaire n'est pas exclue.

---

<sup>4</sup> Source : Données numériques du MFFP : Dumont, P. et R. Fortin 1977. Groupe de recherche en Écologie du Haut-Richelieu 1975 : Rivière Richelieu, plaine inondable, entre les ruisseaux Patenaude et Fairbanks / Dubé, J., M. Letendre, M. Beaudoin et B. Dumas 1992. : Richelieu (rivière), plaine inondable à la marina l'escale inc.

<sup>5</sup> Direction de la gestion de la faune de l'Estrie, de Montréal, de la Montérégie et de Laval. Données transmises en date du 20 juillet 2020.

Pour les **espèces à statut précaire**, huit espèces de mulettes sont susceptibles d'être désignées vulnérables ou menacées au Québec. Parmi celles-ci, quatre ont un potentiel de présence dans la zone d'inventaire. Il s'agit de la leptodée fragile (lac Champlain), du potamile ailé (lac Champlain), de l'elliptio à dents fortes (rivière Richelieu) et de l'elliptio pointu (tableau 12). Cette dernière espèce se trouve en aval de la zone d'inventaire.

Du côté des **espèces exotiques envahissantes**, la présence de la moule zébrée a été rapportée à la fois dans le lac Champlain et dans la rivière Richelieu, incluant la zone d'étude. La moule zébrée est une espèce exotique envahissante très prolifique qui entraîne de nombreuses répercussions écologiques, économiques et sociales en raison notamment de sa capacité à se fixer à une multitude de surfaces submergées (ex. : prises d'eau potable) et à filtrer des volumes d'eau appréciables, ce qui réduit la quantité de phytoplancton et de zooplancton disponible pour certains jeunes poissons (MFFP, 2021). Le cladocère épineux est, pour sa part, bien établi dans la rivière Richelieu. Bien que de très petite taille, l'espèce a la capacité de modifier rapidement les communautés de zooplancton, en entraînant, par la prédation, des diminutions dans son abondance, sa richesse et sa biomasse. Son introduction peut générer des effets en cascade négatifs pour la communauté en place (MFFP, 2021). Enfin, l'écrevisse à taches rouges n'est actuellement présente que dans un tributaire de la baie Missisquoi. Il s'agit d'une espèce invasive et très prolifique comparativement aux espèces indigènes (OBVBM, 2015).



**Tableau 12 : Espèces d'invertébrés présentes dans la zone d'étude et dans les secteurs amont et aval**

Espèce		Présence			Statut de protection <sup>a</sup>			Espèce exotique envahissante (EEE)	Source	Degré de précision <sup>e</sup>
Nom commun	Nom scientifique	Zone d'étude (rivière Richelieu)	Amont de la zone d'étude (lac Champlain)	Aval de la zone d'étude (jusqu'au bassin de Chambly)	Statut provincial (LEMV) <sup>b</sup>	Statut fédéral (LEP) <sup>c</sup>	COSEPAC <sup>d</sup>			
<b>Cambaridae</b>										
Écrevisse à taches rouges	<i>Orconectes rusticus</i>	–	X	–	–	–	–	X	B	–
<b>Cercopagididae</b>										
Cladocère épineux	<i>Bythotrephes longimanus</i>	X	X	X	–	–	–	X	C	–
<b>Dreissenidae</b>										
Moule zébrée	<i>Dreissena polymorpha</i>	X	X	X	–	–	–	X	B, C	–
<b>Unionidae</b>										
Alasmidonte à fortes dents	<i>Alasmidonta undulata</i>	–	X	–	–	–	–	–	D	–
Anodonte cylindrique	<i>Anodontoides ferussacianus</i>	–	X	–	–	–	–	–	D	–
Anodonte de l'Est	<i>Pyganodon cataracta</i>	–	X	–	–	–	–	–	D	–
Elliptio de l'Est	<i>Elliptio complanata</i>	X	X	–	–	–	–	–	D	–
Elliptio pointu	<i>Elliptio dilatata</i>	–		X	S	–	–	–	A	À déterminer
Grande anodonte	<i>Pyganodon grandis</i>	–	x	–	–	–	–	–	D	–
Lampsile rayée	<i>Lampsilis radiata</i>	X	X	–	–	–	–	–	D	–
Lampsile ventrue	<i>Lampsilis ovata</i>	–	X	–	–	–	–	–	D	–
Leptodée fragile	<i>Leptodea fragilis</i>	–	X	–	S	–	–	–	A	À déterminer
Potamile ailé	<i>Potamilus alatus</i>	–	X	–	S	–	–	–	G	–
Strophite ondulé	<i>Strophitus undulatus</i>	–	X	–	–	–	–	–	D	–

a. S : Susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable

b. LEMV : *Loi sur les espèces menacées ou vulnérables* (RLRQ, c. E-12.01).

c. LEP : *Loi sur les espèces en péril* (L.C. 2002, ch. 29).

d. Le COSEPAC n'a pas force de loi, il est le comité consultatif de la *Loi sur les espèces en péril*. Depuis juin 2003, le gouvernement du Canada doit (selon la LEP) tenir compte des désignations du COSEPAC lorsqu'il établit la liste légale des espèces sauvages en péril.

e. Degré de précision de l'occurrence du CDPNQ (provincial).

Sources : A : CDPNQ, 2021 ; B : OBVBM, 2015 ; C : COVABAR, 2015 ; D : Fitchel et Smith, 1995

### 4.1.3 Ichtyofaune

#### 4.1.3.1 Communauté de poissons de la rivière Richelieu

Dans la rivière Richelieu, une grande partie des mentions provient des données disponibles auprès du MFFP (connaissances acquises sur la diversité spécifique). Des pêches expérimentales ont notamment été effectuées à plusieurs stations sur le cours de la rivière par le MFFP en 1995 (Saint-Jacques, 1998). Dans le secteur du point d'interconnexion, les groupes de poissons les plus importants en termes de nombre d'espèces appartiennent à la famille des cyprinidés (11 espèces; ménés) et des centrarchidés (5 espèces; achigans et crapets) (tableau 13). Trois espèces de brochets fréquenteraient le secteur (grand brochet, brochet d'Amérique et brochet maillé) de même que deux espèces de percidés (perchaude et raseux-de-terre gris). Parmi les autres espèces présentes figurent le poisson-castor, l'anguille d'Amérique, le chabot tacheté, le fondule barré, le meunier noir et la barbotte brune. Les espèces connues pour fréquenter le secteur en aval de la partie aquatique de la zone d'étude – plus précisément la portion de la rivière Richelieu comprise entre la limite aval de la partie aquatique de la zone d'étude et le barrage de Chambly – figurent également au tableau 13. De par leur proximité géographique, ces espèces peuvent potentiellement occuper la partie aquatique de la zone d'étude ou bien y faire des incursions. Suivant cette probabilité, quinze espèces supplémentaires pourraient être recensées dans le secteur du point d'interconnexion (tableau 13). Parmi celles-ci figurent trois espèces de cyprinidés, dont certaines sont les plus imposantes de cette famille en termes de taille (ex. : carpe et tanche). À cela s'ajoutent notamment quatre espèces de percidés et deux espèces d'ictaluridés (chat-fou brun et chat-fou des rapides). De plus, le crayon d'argent, le crapet arlequin, le gaspareau, la lotte et le baret ont également été capturés dans le tronçon compris entre la limite aval de la partie aquatique de la zone d'étude et le barrage de Chambly. Par ailleurs, la présence du chevalier de rivière demeure incertaine en dépit du fait que l'espèce ait été observée à proximité de la partie aquatique de la zone d'étude, soit entre le territoire de Saint-Jean-sur-Richelieu et l'île aux Noix. Les dernières mentions datent de 1968 (CDPNQ, 2021).

Enfin, il n'est pas exclu que certaines espèces recensées exclusivement dans le lac Champlain fréquentent occasionnellement la zone d'inventaire ou puissent éventuellement la coloniser dans le cas d'espèces potentiellement invasives. Considérant qu'il n'y a pas de barrières physiques entravant le déplacement des poissons en provenance du lac Champlain, 29 espèces supplémentaires pourraient ainsi s'ajouter à la liste (tableau 13). Mentionnons toutefois que certaines de ces espèces ne semblent être distribuées que dans certains secteurs de ce plan d'eau, comme à l'extrême sud ou dans des baies plus ou moins isolées ou non connectées directement avec la rivière Richelieu (ex. : baie Missisquoi). Les espèces présentes dans le lac Champlain mais dont le potentiel de présence est faible dans la rivière Richelieu ne sont pas indiquées au tableau 13. Parmi celles-ci figurent certaines espèces de salmonidés tel que le cisco de lac (*Coregonus artedii*), le grand corégone (*Coregonus clupeaformis*), le saumon atlantique (*Salmo salar*), le touladi (*Salvelinus namaycush*), l'éperlan arc-en-ciel, le maskinongé (*Esox masquinongy*), de même qu'une espèce de centrarchidé, la marigane blanche (*Pomoxis annularis*). De plus, l'utilisation de la rivière Richelieu par l'esturgeon jaune n'est pas impossible, mais peu probable puisque la population du lac Champlain a considérablement décliné à partir des années 1940 (MacKenzie, 2016).

#### 4.1.3.2 Espèce à statut précaire

Pour les espèces possédant un **statut particulier**, soulignons l'anguille d'Amérique qui, à l'échelle provinciale, est susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable. Cette espèce est présente dans tous les secteurs considérés (zone d'inventaire de même qu'en amont et aval de celle-ci). Également bien distribué, le méné d'herbe possède le statut d'espèce vulnérable à l'échelle provinciale et le statut officiel d'espèce préoccupante à l'échelle fédérale. L'espèce figure à l'annexe 1 de la *Loi sur les espèces en péril* (LEP; L.C. 2002, ch.29; à jour au 17 juin 2020). Tout comme le méné d'herbe, le bec-de-lièvre (famille des cyprinidés) est une espèce jugée préoccupante au niveau fédéral. Deux autres espèces présentes dans la rivière Richelieu en aval de la zone d'étude possèdent un statut de protection particulier. Il s'agit du chevalier de rivière (espèce vulnérable au Québec et espèce préoccupante au Canada) et du chat-fou des rapides (susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable au Québec).

La présence du brochet maillé, espèce susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable au Québec, demeure néanmoins incertaine et reste à confirmer. La capture de spécimens a été relevée dans une des bases de données numériques du MFFP (2018c). Par contre, la présence de cette espèce dans le secteur n'est mentionnée dans aucune autre source, que ce soit selon le Comité de concertation et de valorisation du bassin de la rivière Richelieu (COVABAR), le Centre d'interprétation du milieu écologique du Haut-Richelieu (CIME) ou la base de données du CDPNQ.

Plusieurs espèces présentes dans le lac Champlain possèdent un statut de protection à l'échelle provinciale et/ou fédérale. C'est le cas par exemple de l'esturgeon jaune, du méné laiton, du tête rose, du dard de sable et de la lamproie argentée. La distribution exacte de ces espèces n'étant toutefois pas connue, il est possible que certaines d'entre elles ne se retrouvent que du côté des États-Unis.

Bien que la présence du chevalier cuivré soit connue dans la rivière Richelieu, elle n'a pas été répertoriée dans le présent rapport étant donné que sa répartition connue ainsi que ses habitats essentiels se situent en aval du barrage de Chambly, qui constitue un obstacle infranchissable pour cette espèce. Rappelons que le chevalier cuivré est désigné menacé au Québec et classé « En voie de disparition » selon les lois fédérales et le COSEPAC.

Les paragraphes qui suivent dressent un portrait sommaire de la biologie des espèces à statut précaire et de leur préférence en termes d'habitat dont la présence dans la zone d'inventaire est confirmée ou suspectée.

##### 4.1.3.2.1 Anguille d'Amérique (*Anguilla rostrata*)

Statut provincial :	Susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable
Statut fédéral :	Aucun
COSEPAC :	Menacée

Pendant leur phase continentale, les anguilles d'Amérique habitent toutes les zones de salinité ainsi que les rivières et les lacs d'eau douce (COSEPAC, 2012). L'arrivée des civelles (jeunes), depuis la mer des Sargasses, a ordinairement lieu en mai et au début de juin sur la côte atlantique des Maritimes, et en été dans le golfe du Saint-Laurent (COSEPAC, 2012). Certaines civelles demeurent dans des eaux salées protégées et peu profondes, d'autres se rendent dans les estuaires et d'autres encore remontent en eau douce. Les jeunes anguilles établies en eau douce peuvent poursuivre leur migration pendant de

nombreuses années (COSEPAC, 2012). L'anguille d'Amérique fréquente n'importe quel type d'habitat de lac ou de rivière (Bernatchez et Giroux, 2000). Il est fort probable que cette espèce soit présente dans la zone d'inventaire durant ses phases de migration et d'alimentation.

Dans les milieux dulcicoles, les anguilles trouvent leur habitat de prédilection dans les eaux lenticules et lotiques, y compris toutes les eaux allant de la marque des hautes eaux à la zone d'au moins 10 m de profondeur dans tous les tronçons actuellement ou anciennement utilisés par l'espèce. Cela englobe toutes les rivières, tous les ruisseaux, tous les ruisselets, qu'ils soient permanents ou éphémères (COSEPAC, 2012). Les anguilles approchant la maturité commencent à descendre la rivière Richelieu en mai (Dumont *et al.*, 1998). La pêche commerciale à l'anguille a été permise dans la rivière Richelieu jusqu'en 1998, suite à un effondrement des stocks en 1997. En effet, alors que les prises totalisaient 72,9 tonnes en 1981, la pêche dans le Richelieu s'est effondrée en 1997, avec un total de moins de 5 tonnes (Dumont *et al.*, 1997; Verdon *et al.*, 2003). Le déclin survenu dans la rivière Richelieu est partiellement lié à la reconstruction, dans les années 1960, de 2 anciens barrages à clairevoie. Aucune installation de passage des anguilles n'ayant été prévue, la montaison jusqu'au lac Champlain a été entravée (Verdon *et al.*, 2003).

Depuis 1998, une passe migratoire fixe à anguille est en opération chaque été en rive gauche du barrage de Chambly, sur la rivière Richelieu. Cette passe y a été installée par Hydro-Québec afin que les anguilles juvéniles puissent rejoindre le lac Champlain. Depuis, la migration de l'anguille fait l'objet d'un suivi annuel. Le nombre d'anguilles dénombrées à la sortie de l'ouvrage est très variable d'une année à l'autre. En moyenne depuis 1998, on estime qu'un peu plus de 2 300 anguilles ont franchi annuellement l'ouvrage de montaison (Guillemette *et al.* 2019). Le mois de juillet est généralement celui au cours duquel migrent près de la moitié des anguilles dénombrées annuellement dans l'ouvrage de montaison. En 2020, la passe migratoire de Chambly a été mise en opération du 1er juin au 17 septembre. Au cours de cette période, 2 068 anguilles mesurant en moyenne 320 mm, ont pu franchir l'ouvrage (AECOM, 2020b). Il est à noter qu'une seconde passe migratoire multispécifique sur la rivière Richelieu, installée plus en aval par Parc Canada (au barrage Saint-Ours) est également en fonction depuis 2001. À cette dernière s'est ajoutée une plus petite passe exclusivement adaptée aux besoins de l'anguille d'Amérique (PC, 2019).

De 2005 à 2008, un total de 2,8 millions de civelles a été ensemencé dans le haut Richelieu (Pouliot et Caumartin 2014; COSEPAC 2012). Ces ensemencements avaient pour but d'assurer la présence de l'anguille dans le bassin supérieur du lac Champlain, considéré comme une aire de croissance de grande qualité. Le programme a par la suite été interrompu en lien avec le risque de propagation du parasite *A. crassus*.

#### **4.1.3.2.2 Méné d'herbe (*Notropis bifrenatus*)**

Statut provincial :           Vulnérable  
Statut fédéral :             Préoccupante  
COSEPAC :                 Préoccupante

Le méné d'herbe (*Notropis bifrenatus*) est susceptible de fréquenter la zone d'inventaire. Il s'agit d'un poisson d'eau chaude qui se trouve généralement dans des zones calmes et limpides de cours d'eau, de lagunes et de lacs où la végétation est abondante (Scott et Crossman, 1974; Boucher *et al.*, 2011). En rivière, l'espèce fréquente les zones d'eaux calmes et occasionnellement les milieux lacustres, là où le courant est faible ou nul (Robitaille, 2005). Il est trouvé sur les fonds les plus variés : limon, débris végétaux,

argile, sable ou gravier, et est surtout associé aux herbiers aquatiques, tels que les peuplements de myriophylle (*Myriophyllum sp.*) qui semblent être les plus propices à la fraie et à l'alevinage de ce poisson (Holm *et al.*, 2001 dans Robitaille 2005; MFFP 2017). Dans ces herbiers aquatiques, il peut s'alimenter, se cacher des prédateurs et frayer. Selon Scott et Crossman (1974), la vase et les fonds sablonneux seraient plus caractéristiques de son habitat. Une occurrence de cette espèce est rapportée au CDPNQ dans la zone à l'étude. La dernière observation reliée à cette occurrence (2 individus capturés à la seine) remonte à 2012. La qualité de l'occurrence du CDPNQ dans la zone d'étude restreinte est aujourd'hui de niveau « à déterminer ».

#### 4.1.3.2.3 Chat-fou des rapides (*Noturus flavus*)

Statut provincial : Susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable  
Statut fédéral : Aucun  
COSEPAC : Aucun

Le chat-fou des rapides fraie en rivière sur des substrats grossiers (18 à 61 cm de diamètre) et à une profondeur d'eau variant entre 53 et 117 cm (Boucher, 2005). La période de fraie a lieu en été, plus particulièrement dans les mois de juin et juillet (Scott et Crossman 1974; Bernatchez et Giroux 2000). Le chat-fou des rapides est généralement rencontré dans les zones d'eaux vives des rivières de moyennes à grandes dimensions (Boucher, 2005). Dans le cas du chat-fou des rapides, les mentions rapportées par Saint-Jacques (1998) se situent à la hauteur des rapides Fryers à Carignan, soit dans un type d'habitat recherché par l'espèce (écoulement lotique). Comme mentionné, il n'est pas possible d'exclure que l'espèce puisse faire des incursions à l'occasion dans la zone d'étude. La zone d'étude ne correspond toutefois pas à l'habitat préférentiel de l'espèce.

#### 4.1.3.2.4 Chevalier de rivière (*Moxostoma carinatum*)

Statut provincial : Vulnérable  
Statut fédéral : Préoccupante  
COSEPAC : Préoccupante

Le chevalier de rivière est associé aux eaux profondes de rivières de dimension moyenne et dont la température estivale dépasse 20 °C. Il fraie dans les secteurs d'eaux vives (rivières et dans les petits ruisseaux) sur des fonds de roche calcaire libres d'envasement (MFFP, 2019), habituellement à de faibles profondeurs (jusqu'à 1,1 m). Il se nourrit d'invertébrés benthiques. Il est intolérant à la turbidité et à la pollution (COSEPAC, 2006). Aux rapides de Chambly de la rivière Richelieu, la fraie a lieu habituellement entre la deuxième et la dernière semaine de juin, quand la température de l'eau varie entre 17 et 20 °C (COSEPAC, 2006). Les larves écloses dérivent jusqu'à des eaux plus calmes habituellement dans les fosses ou à l'embouchure du cours d'eau. Les zones d'abri en bordure des cours d'eau sont également fréquentées par les larves et les juvéniles. Dans la rivière Richelieu, les jeunes de l'année utilisent les habitats riverains couverts de végétation, dans des zones où la profondeur moyenne se situe entre 1,5 et 3,0 m, la pente du lit faible (< 20°) et le substrat constitué de sédiments fins (limon, argile et sable) (COSEPAC, 2006). La qualité de l'occurrence du CDPNQ dans la rivière Richelieu près de la zone d'inventaire est aujourd'hui de niveau « historique » (1948 et 1968).

#### 4.1.3.2.5 Bec-de-lièvre (*Exoglossum maxillingua*)

Statut provincial :	Aucun
Statut fédéral :	Préoccupante
COSEPAC :	Préoccupante

Le bec-de-lièvre vit principalement dans des ruisseaux ou des rivières à l'eau claire, au courant lent, au fond composé de galet, gravier, sable, boue, et généralement couvert de végétation aquatique. Il se nourrit sur le fond des cours d'eau d'une variété d'invertébrés aquatiques. Pendant la période de fraie, au printemps ou au début de l'été, le mâle construit un nid en transportant un à un de petits cailloux (Goulet *et al.*, 2019). La fraie a lieu le jour, le pic étant au milieu de la journée et en fin d'après-midi, à des températures de 17 à 21,5 °C. La durée de la période de fraie varie de 1 à 8 jours et est fonction de la date (COSEPAC, 2013). Il est à noter qu'une mention a été rapportée par Saint-Jacques (1998) à la hauteur des rapides Fryers à Carignan et une autre par CIME (2017) à plus d'une douzaine de kilomètres en aval de la zone d'étude.

#### 4.1.3.2.6 Dard de sable (*Ammocrypta pellucida*)

Statut provincial :	Susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable
Statut fédéral :	Aucun
COSEPAC :	Menacée

Le dard de sable est un poisson sédentaire qui s'enfouit généralement dans le sable, ne laissant que ses yeux découverts. Il fréquente donc presque exclusivement les cours d'eau, les rivières et les lacs lui offrant des fonds sablonneux, exposés à des courants suffisamment faibles pour maintenir le sable en place et suffisamment élevés pour prévenir l'envasement. Il préfère les eaux claires où la végétation aquatique est absente ou clairsemée. La fraie se déroule entre les mois d'avril et août, lorsque la température de l'eau varie de 14,4 à 25,5 °C. Un substrat bien oxygéné, composé de sable et non contaminé par la vase, est nécessaire à la fraie et à la survie des œufs (MFFP, 2020a). Considérant le substrat dominant de la zone d'étude (matière organique, limon, argile et sable; voir le tableau 18) et l'importance des herbiers par endroit, la zone d'étude ne constitue pas un habitat adéquat pour l'espèce. Il est à noter qu'un seul individu a été capturé dans la baie Missisquoi en 2003 (LCBP, 2013; 2020).

**Tableau 13 : Espèces de poissons présentes dans la zone d'inventaire et dans les secteurs amont et aval de la zone d'inventaire**

Espèce		Présence					Statut de protection <sup>a</sup>			Espèce exotique envahissante (EEE)	Source
Nom commun	Nom scientifique	Zone d'étude (rivière Richelieu)	Amont de la zone d'étude (lac Champlain)	Aval de la zone d'étude (jusqu'au bassin de Chambly)	Ruisseau Boyce-Gervais	Ruisseau Patenaude	Statut provincial (LEMV) <sup>b</sup>	Statut fédéral (LEP) <sup>c</sup>	COSEPAC <sup>d</sup>		
<b>Petromyzontidae</b>											
Lamproie argentée	<i>Ichthyomyzon unicuspis</i>	–	X	–	–	–	–	P	P	–	D, F
Lamproie de l'Est	<i>Lethenteron appendix</i>	–	X	–	–	–	–	–	–	–	F
Lamproie marine	<i>Petromyzon marinus</i>	–	X	–	–	–	–	–	–	X	D, F
<b>Amiidae</b>											
Poisson-castor	<i>Amia calva</i>	X	X	X	–	–	–	–	–	–	A, D, F
<b>Lepisosteidae</b>											
Lépisosté osseux	<i>Lepisosteus osseus</i>	–	X	–	–	–	–	–	–	–	D, F
<b>Anguillidae</b>											
Anguille d'Amérique	<i>Anguilla rostrata</i>	X	X	X	–	–	S	–	M	–	A, D, F
<b>Hiodontidae</b>											
Laquaiche argentée	<i>Hiodon tergisus</i>	–	X	–	–	–	–	–	–	–	F
<b>Clupeidae</b>											
Alose à gésier	<i>Dorosoma cepedianum</i>	–	X	–	–	–	–	–	–	–	F
Alose d'été	<i>Alosa aestivalis</i>	–	X	–	–	–	–	–	–	X	F
Gaspereau	<i>Alosa pseudoharengus</i>	–	X	X	–	–	–	–	–	X	C, D, F
<b>Salmonidae</b>											
Truite arc-en-ciel	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	–	X	–	–	–	–	–	–	–	F
Truite brune	<i>Salmo trutta</i>	–	X	–	–	–	–	–	–	–	F

**Tableau 13 : Espèces de poissons présentes dans la zone d'inventaire et dans les secteurs amont et aval de la zone d'inventaire (suite)**

Espèce		Présence					Statut de protection <sup>a</sup>			Espèce exotique envahissante (EEE)	Source
Nom commun	Nom scientifique	Zone d'étude (rivière Richelieu)	Amont de la zone d'étude (lac Champlain)	Aval de la zone d'étude (jusqu'au bassin de Chambly)	Ruisseau Boyce-Gervais	Ruisseau Patenaude	Statut provincial (LEMV) <sup>b</sup>	Statut fédéral (LEP) <sup>c</sup>	COSEPAC <sup>d</sup>		
<b>Umbridae</b>											
Umbre de vase	<i>Umbra limi</i>	–	X	–	–	–	–	–	–	–	F
<b>Esocidae</b>											
Brochet d'Amérique	<i>Esox americanus americanus</i>	X	–	X	–	–	–	–	C	–	A
Brochet maillé	<i>Esox niger</i>	X <sup>e</sup>	X	–	–	–	S	–	C	–	D, F, G
Grand brochet	<i>Esox lucius</i>	X	X	X	–	X	–	–	–	–	A, C, D, F
<b>Cyprinidae</b>											
Bec-de-lièvre	<i>Exoglossum maxillingua</i>	–	–	X	–	–	–	P	P	–	A, C
Carpe	<i>Cyprinus carpio</i>	–	X	X	–	–	–	–	–	–	A, D, F
Gardon rouge	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	–	X	X	–	–	–	–	–	X	C, F
Méné à grosse tête	<i>Pimephales promelas</i>	–	X	–	–	–	–	–	–	–	F
Méné à menton noir	<i>Notropis heterodon</i>	X	X	X	X	X	–	–	C	–	A, F, G
Méné à museau arrondi	<i>Pimephales notatus</i>	X	X	X	–	X	–	–	–	–	A, D, F, G
Méné à museau noir	<i>Notropis heterolepis</i>	X	–	–	–	X	–	–	–	–	G
Méné à nageoires rouges	<i>Luxilus cornutus</i>	X	X	X	X	X	–	–	–	–	A, D, F, G
Méné à tache noire	<i>Notropis hudsonius</i>	X	X	X	X	X	–	–	–	–	A, D, F, G
Méné bleu	<i>Cyprinella spiloptera</i>	–	X	–	–	X	–	–	–	–	F
Méné d'argent	<i>Hybognathus regius</i>	X	X	X	X	X	–	–	C	–	A, D, G
Méné d'herbe	<i>Notropis bifrenatus</i>	X	X	X	X	X	V <sup>f</sup>	P	P	–	A, B, F, G
Méné émeraude	<i>Notropis atherinoides</i>	X	X	X	–	X	–	–	–	–	A, D, F, G



**Tableau 13 : Espèces de poissons présentes dans la zone d'inventaire et dans les secteurs amont et aval de la zone d'inventaire (suite)**

Espèce		Présence					Statut de protection <sup>a</sup>			Espèce exotique envahissante (EEE)	Source
Nom commun	Nom scientifique	Zone d'étude (rivière Richelieu)	Amont de la zone d'étude (lac Champlain)	Aval de la zone d'étude (jusqu'au bassin de Chambly)	Ruisseau Boyce-Gervais	Ruisseau Patenaude	Statut provincial (LEMV) <sup>b</sup>	Statut fédéral (LEP) <sup>c</sup>	COSEPAC <sup>d</sup>		
Méné jaune	<i>Notemigonus crysoleucas</i>	X	X	X	X	X	–	–	–	–	C, D, F, G
Méné laiton	<i>Hybognathus hankinsoni</i>	–	X	–	–	–	S	–	C	–	B
Méné paille	<i>Notropis stramineus</i>	–	X	–	–	–	–	–	–	–	F
Méné pâle	<i>Notropis volucellus</i>	X	X	X	X	X	–	–	–	–	A, F, G
Méné ventre rouge	<i>Chrosomus eos</i>	–	X	–	–	–	–	–	–	–	D
Mulet à cornes	<i>Semotilus atromaculatus</i>	–	–	–	–	X	–	–	–	–	G
Mulet de lac	<i>Couesius plumbeus</i>	X	–	X	–	–	–	–	–	–	A
Naseux des rapides	<i>Rhinichthys cataractae</i>	–	X	–	–	–	–	–	–	–	F
Quitouche	<i>Semotilus corporalis</i>	–	X	–	–	–	–	–	–	–	F
Tanche	<i>Tinca tinca</i>	–	X	X	–	–	–	–	–	X	C, D
Tête rose	<i>Notropis rubellus</i>	–	X	–	–	–	S	–	C	–	D, F
<b>Catostomidae</b>											
Chevalier blanc	<i>Moxostoma anisurum</i>	–	X	–	–	–	–	–	C	–	D, F
Chevalier de rivière	<i>Moxostoma carinatum</i>	–	–	X	–	–	V <sup>h</sup>	P	P	–	B
Chevalier jaune	<i>Moxostoma valenciennesi</i>	–	X	–	–	–	–	–	C	–	D, F
Chevalier rouge	<i>Moxostoma macrolepidotum</i>	–	X	–	–	–	–	–	–	–	D, F
Couette	<i>Carpiodes cyprinus</i>	–	X	–	–	–	–	–	C	–	D, F
Meunier noir	<i>Catostomus commersonii</i>	X	X	X	–	X	–	–	–	–	A, C, D, F, G
Meunier rouge	<i>Catostomus catostomus</i>	–	X	–	–	–	–	–	–	–	F

**Tableau 13 : Espèces de poissons présentes dans la zone d'inventaire et dans les secteurs amont et aval de la zone d'inventaire (suite)**

Espèce		Présence					Statut de protection <sup>a</sup>			Espèce exotique envahissante (EEE)	Source
Nom commun	Nom scientifique	Zone d'étude (rivière Richelieu)	Amont de la zone d'étude (lac Champlain)	Aval de la zone d'étude (jusqu'au bassin de Chambly)	Ruisseau Boyce-Gervais	Ruisseau Patenaude	Statut provincial (LEMV) <sup>b</sup>	Statut fédéral (LEP) <sup>c</sup>	COSEPAC <sup>d</sup>		
<b>Ictaluridae</b>											
Barbotte brune	<i>Ameiurus nebulosus</i>	X	X	X	-	-	-	-	-	-	A, C, D, F
Barbue de rivière	<i>Ictalurus punctatus</i>	-	X	-	-	-	-	-	-	-	D, F
Chat-fou brun	<i>Noturus gyrinus</i>	-	-	X	-	-	-	-	-	-	A
Chat-fou des rapides	<i>Noturus flavus</i>	-	-	X	-	-	S <sup>f</sup>	-	-	-	A, B
<b>Percopsidae</b>											
Omisco	<i>Percopsis omiscomaycus</i>	-	X	-	-	-	-	-	-	-	D, F
<b>Lotidae</b>											
Lotte	<i>Lota lota</i>	-	X	X	-	-	-	-	-	-	A, D, F
<b>Fundulidae</b>											
Fondule barré	<i>Fundulus diaphanus</i>	X	X	X	X	X	-	-	C	-	D, F, G
<b>Atherinidae</b>											
Crayon d'argent	<i>Labidesthes sicculus</i>	-	X	X	-	-	-	-	-	-	A, D, F
<b>Cottidae</b>											
Chabot tacheté	<i>Cottus bairdii</i>	X	X	X	-	-	-	-	-	-	A, F
Chabot visqueux	<i>Cottus cognatus</i>	-	X	-	-	-	-	-	C	-	F
<b>Moronidae</b>											
Baret	<i>Morone americana</i>	-	X	X	-	-	-	-	-	X	C, D, F

**Tableau 13 : Espèces de poissons présentes dans la zone d'inventaire et dans les secteurs amont et aval de la zone d'inventaire (suite)**

Espèce		Présence					Statut de protection <sup>a</sup>			Espèce exotique envahissante (EEE)	Source
Nom commun	Nom scientifique	Zone d'étude (rivière Richelieu)	Amont de la zone d'étude (lac Champlain)	Aval de la zone d'étude (jusqu'au bassin de Chambly)	Ruisseau Boyce-Gervais	Ruisseau Patenaude	Statut provincial (LEMV) <sup>b</sup>	Statut fédéral (LEP) <sup>c</sup>	COSEPAC <sup>d</sup>		
<b>Centrarchidae</b>											
Achigan à grande bouche	<i>Micropterus salmoides</i>	X	X	X	–	X	–	–	–	–	A, D, F, G
Achigan à petite bouche	<i>Micropterus dolomieu</i>	X	X	X	X	–	–	–	–	–	A, C, D, F, G
Crapet arlequin	<i>Lepomis macrochirus</i>	–	X	X	–	–	–	–	–	–	C, D, F
Crapet de roche	<i>Ambloplites rupestris</i>	X	X	X	–	–	–	–	–	–	A, C, D, F
Crapet-soleil	<i>Lepomis gibbosus</i>	X	X	X	–	X	–	–	–	–	A, C, D, F, G
Marigane noire	<i>Pomoxis nigromaculatus</i>	X	X	X	–	–	–	–	–	–	A, D, F
<b>Percidae</b>											
Dard barré	<i>Etheostoma flabellare</i>	–	–	X	–	–	–	–	–	–	A
Dard de sable	<i>Ammocrypta pellucida</i>	–	X	–	–	–	M	M	M	–	D, F
Doré jaune	<i>Sander vitreus</i>	–	X	X	–	–	–	–	–	–	C, F
Doré noir	<i>Sander canadensis</i>	–	X	–	–	–	–	–	–	–	D, F
Fouille-roche zébré	<i>Percina caprodes</i>	–	X	X	–	–	–	–	–	–	A, C, F
Perchaude	<i>Perca flavescens</i>	X	X	X	–	X	–	–	–	–	A, C, F, G
Raseux-de-terre gris	<i>Etheostoma olmstedii</i>	X	X	X	–	–	–	–	–	–	A, F, G
Raseux-de-terre noir	<i>Etheostoma nigrum</i>	–	–	X	–	–	–	–	–	–	A

**Tableau 13 : Espèces de poissons présentes dans la zone d'inventaire et dans les secteurs amont et aval de la zone d'inventaire (suite)**

Espèce		Présence					Statut de protection <sup>a</sup>			Espèce exotique envahissante (EEE)	Source
Nom commun	Nom scientifique	Zone d'étude (rivière Richelieu)	Amont de la zone d'étude (lac Champlain)	Aval de la zone d'étude (jusqu'au bassin de Chambly)	Ruisseau Boyce-Gervais	Ruisseau Patenaude	Statut provincial (LEMV) <sup>b</sup>	Statut fédéral (LEP) <sup>c</sup>	COSEPAC <sup>d</sup>		
<b>Sciaenidae</b>											
Malachigan	<i>Aplodinotus grunniens</i>	–	X	–	–	–	–	–	–	–	D, F

a. M : Menacée ; V : Vulnérable ; S : Susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable ; P : Préoccupante ; C : Candidate

b. LEMV : *Loi sur les espèces menacées ou vulnérables* (LEMV, c. E-12.01).

c. LEP : *Loi sur les espèces en péril* (L.C. 2002, ch. 29).

d. Le COSEPAC n'a pas force de loi, il est le comité consultatif de la Loi sur les espèces en péril. Depuis juin 2003, le gouvernement du Canada doit (selon la LEP) tenir compte des désignations du COSEPAC lorsqu'il établit la liste légale des espèces sauvages en péril.

e. La présence du brochet maillé demeure incertaine et reste à confirmer. La capture de spécimens en 1983 est signalée dans une des bases de données numériques du MFFP (2018). La présence de cette espèce dans le secteur n'est mentionnée dans aucune autre source.

f. Degré de précision de l'occurrence du CDPNQ (provincial) : à déterminer.

h. Degré de précision de l'occurrence du CDPNQ (provincial) : Historique, mentions rapportées variant entre 1948 et 1999.

Sources : A : Saint-Jacques, 1998 ; B : CDPNQ, 2021 ; C : CIME, 2017 ; D : OBVBM, 2015 ; E : COVABAR, 2016 ; F : LCBP, 2013 et 2020 ; G : Québec, MFFP, 2018c.

## 4.2 Caractérisation des habitats aquatiques et riverains

### 4.2.1 Rivière Richelieu

La caractérisation des habitats aquatiques et riverains de la rivière Richelieu a été déterminée par la qualité de l'eau et des sédiments (section 4.2.1.1) ainsi que les composantes biophysiques de l'environnement (section 4.2.1.2). L'agencement de ces facteurs a permis de délimiter des unités d'habitats homogènes (tableau 17). Ces habitats permettent aux différentes espèces de poissons retrouvées dans la rivière Richelieu (section 4.3.1) de compléter certaines parties et parfois même l'entièreté de leur cycle de vie section (4.2.1.3).

#### 4.2.1.1 Qualité de l'eau et des sédiments

Des relevés physico-chimiques ont été effectués dans la rivière Richelieu afin de documenter la qualité de l'habitat pour les poissons en septembre 2020, ainsi qu'en avril, juin et juillet 2021.

##### 4.2.1.1.1 Qualité de l'eau *in situ*

En 2020, deux stations ponctuelles ont été faites dans les canaux près de la marina (station Ph4) et de la rue Martin (station Ph5), deux stations en rive gauche (stations Ph6 et Ph7) ainsi qu'une mesure en rive droite (station Ph9). De plus, un profil vertical complet a été effectué au centre de la rivière (station Ph8, carte 3).

Les stations effectuées en berge étaient peu profondes (Ph4, Ph5, Ph6, Ph7 et Ph9), variant entre 0,35 et 0,64 m (tableau 14). Dans tous les cas, le pH était alcalin (> 7) et variait entre 7,94 et 8,58. Selon les critères du MELCC (2020 b), les mesures de pH obtenues sont considérées comme étant non nocives pour les poissons.

**Tableau 14 : Qualité de l'eau *in situ* de la campagne de septembre 2020 dans la rivière Richelieu**

Station	Ph4	Ph5	Ph6	Ph7	Ph8	Ph9
Température (°C)	15,79	16,87	16,43	16,20	16,22	15,51
Conductivité (µS/cm)	315,0	198,7	171,8	171,4	172,0	172,4
pH	8,27	8,15	8,26	8,58	7,94	8,55
Oxygène dissous (mg/L)	10,04	9,62	10,19	10,89	9,64	9,60
Oxygène dissous (%)	100,8	98,9	103,8	110,3	97,8	102,8
Transparence (m)	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
Turbidité (UTN)	4,08	7,19	0,59	0,46	1,17	0,85
Profondeur totale (m)	0,37	0,60	0,64	0,55	5,72	0,35

Note : À la station Ph8, en raison de la profondeur (5,72 m), plusieurs mesures ont été prises le long de la colonne d'eau jusqu'au fond (voir la section 3.1.3.3 pour les détails). Les valeurs moyennent donc présentées.

En général, l'eau de la rivière Richelieu est considérée comme étant douce, sauf dans les canaux près de la marina et de la rue Martin, où les valeurs de conductivité sont plus élevées (près de 200 µS/cm pour la station Ph5 et 315 µS/cm pour Ph4). Ces secteurs pourraient donc être considérés comme ayant une eau minérale. Les apports en minéraux qui influent sur ce paramètre peuvent notamment provenir du lessivage par les eaux de ruissellement (Trépanier, 2011). Ces valeurs plus élevées de conductivité dans les canaux de la marina comparativement au centre de la rivière Richelieu pourraient également être reliées au passage fréquent des bateaux dans le secteur, ce qui cause un brassage des sédiments et une mise en suspension des minéraux présents. Cette hypothèse expliquerait également l'eau légèrement trouble trouvée dans les canaux de la marina comparativement à l'eau de la rivière qui est considérée comme étant claire (UTN < 5). La transparence de l'eau est relativement élevée, avec une mesure de 175 cm de profondeur mesurée dans le thalweg avec le disque de Secchi. En 2021, une station ponctuelle a été faite dans la rivière Richelieu face à la marina (station RG3.1) et quatre en rive gauche (stations RG1, RG2.1, RG2.2, RG3.2) ainsi qu'une mesure en rive droite (station RD1). De plus, deux profils verticaux complets ont été effectués au centre de la rivière (station Chenal, ChenalAv, carte 3) et l'un en amont de l'île Ash (station Ash).

L'année 2021 a été caractérisée par des niveaux d'eau particulièrement bas (étiage prolongé), ce qui a contribué à homogénéiser la masse d'eau de la rivière. En résumé, l'eau de la zone d'étude dans la rivière Richelieu est claire et bien oxygénée, de pH légèrement alcalin et présente une conductivité de l'ordre de 180 µS/cm (tableau 15). Les valeurs de conductivité mesurées dans la rivière Richelieu durant les campagnes d'échantillonnage sont généralement plus faibles que ce qui, en moyenne, est mesuré plus en aval sur la rivière (Québec, MELCC, 2021 b), alors que le pH est dans l'ensemble compris dans l'intervalle (7,3 à 8,8) généralement mesuré dans cette rivière (plus en aval).

**Tableau 15 : Qualité de l'eau *in situ* des campagnes d'avril, juin et juillet 2021 dans la rivière Richelieu**

Station	RG1	RG2.1	RG2.2	RG3.1	RG3.2	Chenal	Chenal Av	RD1	Ash
<b>Avril 2021</b>									
Température (°C)	10,98	9,13	9,31	9,17	11,53	10,22	9,87	9,14	9,00
Conductivité (µS/cm)	185,9	178,9	178,7	177,0	177,9	188,3	179,4	177,0	177,4
pH	8,2	8,6	8,7	8,7	8,6	8,7	8,8	8,7	8,7
Oxygène dissous (mg/L)	11,43	13,12	13,02	12,45	12,88	13,84	12,86	13,81	13,39
Oxygène dissous (%)	102,9	114,3	113,7	110,1	112,7	118,5	113,2	118,6	115,8
Transparence (m)	1	2	2	1	1	3	3	1	5
Turbidité (UTN)	1,99	1,14	1,26	1,45	1,65	1,84	0,81	0,45	0,80
Profondeur totale (m)	1	2	2	1	1	3	3	1	5
<b>Juin 2021</b>									
Température (°C)	16,35	15,70	15,70	15,95	15,90	15,93	15,86	17,10	15,98
Conductivité (µS/cm)	197,0	173,1	173,2	174,2	173,5	172,7	172,8	172,7	172,9
pH	7,8	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	8,0	7,9	8,0
Oxygène dissous (mg/L)	11,04	10,15	10,13	9,84	9,70	10,11	10,19	9,48	10,19
Oxygène dissous (%)	112,9	102,4	102,1	99,6	98,1	102,3	103,0	98,3	103,2
Transparence (m)	1	2	2	1	1	3	4	1	4
Turbidité (UTN)	2,0	0,5	0,5	1,0	0,7	0,5	0,6	0,6	1,2
Profondeur totale (m)	1	2	2	1	1	3	4	1	4

**Tableau 15 : Qualité de l'eau *in situ* des campagnes d'avril, juin et juillet 2021 dans la rivière Richelieu (suite)**

Station	RG1	RG2.1	RG2.2	RG3.1	RG3.2	Chenal	Chenal Av	RD1	Ash
<b>Juillet 2021</b>									
Température (°C)	24,3	24,0	23,7	24,1	23,6	24,0	23,5	25,1	23,7
Conductivité (µS/cm)	175,4	176,0	177,9	181,3	176,2	174,4	175,5	173,8	175,1
pH	8,4	8,1	8,1	8,8	8,2	8,3	8,2	9,1	8,4
Oxygène dissous (mg/L)	8,64	8,31	7,95	9,64	8,62	8,47	8,15	9,75	9,20
Oxygène dissous (%)	103,5	99,0	94,0	110,0	103,2	100,7	98,3	110,1	108,8
Transparence (m)	1	2	2	1	1	4	5	1	5
Turbidité (UTN)	0,96	0,75	0,33	0,60	0,50	0,69	0,58	0,50	0,58
Profondeur totale (m)	1	2	2	1	1	4	5	1	7

La figure 1 illustre les profils d'oxygène et de température pris dans le thalweg de la rivière Richelieu le 18 septembre 2020, le 10 avril 2021, le 3 juin 2021 et le 28 juillet 2021. Les valeurs obtenues ne varient que très peu de la surface jusqu'au fond. Selon les critères de qualité de l'eau de surface, la concentration en oxygène dissous ne doit pas être inférieure à 6 mg/L pour les biotes d'eau froide et à 5 mg/L pour les biotes d'eau chaude lorsque la température de l'eau est de 15 °C. Les valeurs obtenues étaient donc largement au-dessus de celles mentionnées par le MELCC (2020 et 2020 b).

En regard des résultats, on peut conclure que la zone d'étude et ses environs dans la rivière Richelieu sont caractérisés par une seule masse d'eau non stratifiée et de faible profondeur.

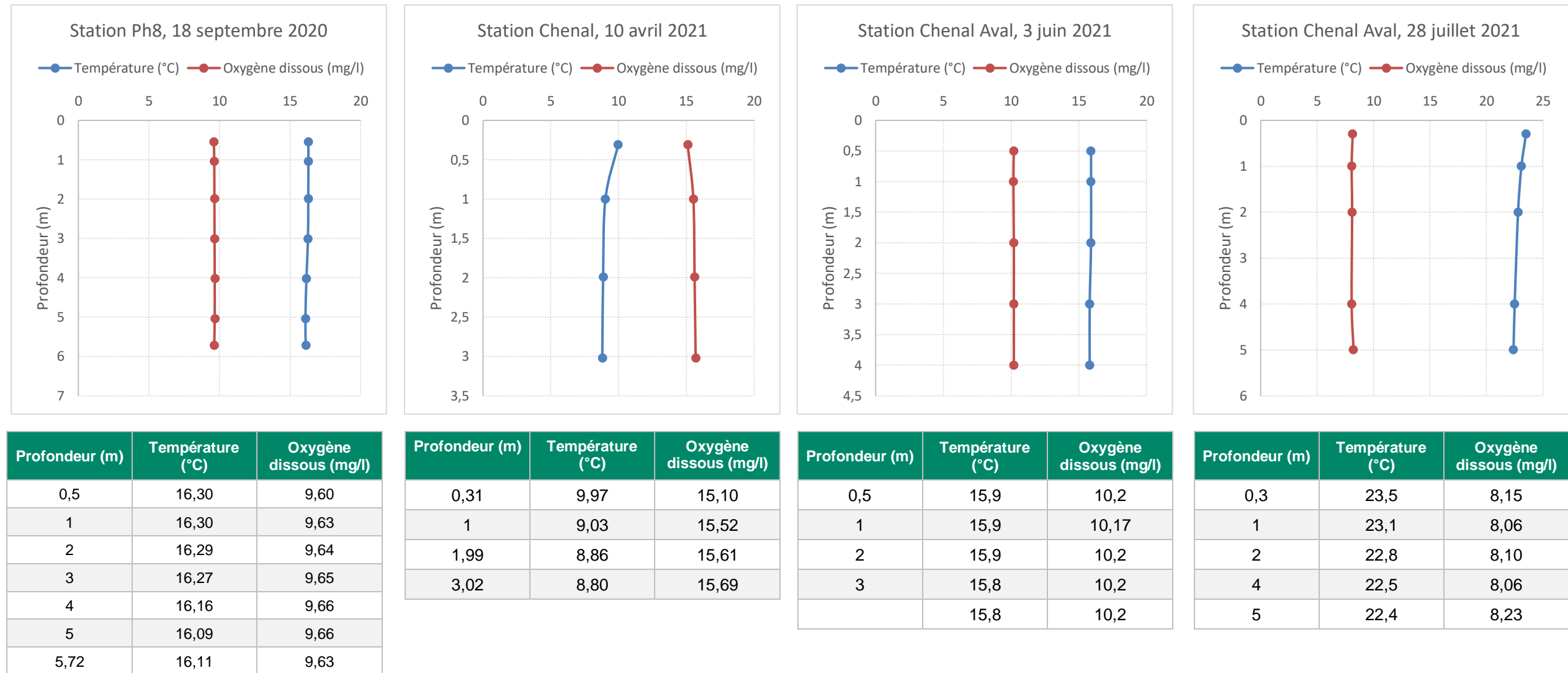


Figure 1 : Profil de la température et de l'oxygène dissous de la station la plus profonde dans le centre de la rivière Richelieu pour chaque inventaire



#### 4.2.1.1.2 Qualité de l'eau en laboratoire

La turbidité est influencée par la quantité de matières en suspension (MES). En effet, la turbidité mesure une propriété optique de l'eau qui est régie par la concentration de MES mais aussi par leur nature (taille, forme, composition). La relation entre les valeurs de turbidité et les valeurs de MES peut ainsi varier dans le temps. En somme, l'unité de turbidité néphélométrique (UTN) est utilisée pour mesurer ce paramètre. Une eau claire enregistrera des valeurs de moins de 5 UTN, une eau comprise entre 5 et 30 UTN sera légèrement trouble, tandis qu'une mesure de plus de 30 UTN représente une eau trouble.

Au moment des inventaires, l'eau de la rivière Richelieu était très peu turbide (tableaux 14 et 15 : eau claire, <5 UTN), à l'exception des secteurs anthropisés (stations Ph4 et Ph5 au tableau 14), et la charge en MES était très faible (tableau 16 : <2 mg/L).

**Tableau 16 : Valeurs de MES et turbidité de la rivière Richelieu en 2021 (analyse de laboratoire)**

Station	RD1	RG1	RG2.1	RG2.2	RG3.1	RG3.2	Chenal	Chenal Av	Ash
<b>Avril 2021</b>									
MES (mg/L)	2	<2,0	4	4	4	3	2	2	2
Turbidité (UTN)	1,2	1,1	1,2	1,2	1,2	1,7	1,0	1,6	1,1
<b>Juillet 2021</b>									
MES (mg/L)	2	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	–	5	–	4
Turbidité (UTN)	0,69	0,96	0,75	0,9	1,0	–	1,2	–	1,0

Les catégories de paramètres du tableau 6 (voir section 3.3.1.3.2) ayant fait l'objet d'analyses en avril et juillet 2021, ont été comparées avec les critères de protection de la vie aquatique (effet chronique) du MELCC (2021c) et les recommandations (effet à long terme) du Conseil canadien des ministres de l'Environnement (CCME, 2021). Ces critères ont été sélectionnés, car ils sont appropriés dans le contexte de l'établissement d'un état de référence étant donné que les organismes aquatiques sont exposés quotidiennement à la qualité de l'eau ambiante. En outre, ils sont plus sévères que les critères d'effet aigu du MELCC et d'effet à court terme du CCME, ce qui permet d'établir dès le départ si des contaminations ponctuelles ou étendues sont déjà présentes dans le milieu étudié. Pendant les phases construction et exploitation cependant, l'usage des critères d'effet aigu et des recommandations à court terme deviendra pertinent. Les critères spécifiques applicables ont été calculés en fonction de la température, de la dureté, du pH, du carbone organique dissous (COD) ou des MES s'il y a lieu. Les tableaux C-1 à C-3 de l'annexe E synthétisent les résultats obtenus en avril et les tableaux C-4 à C-6, les résultats de juillet. Les résultats des contrôles de qualité sont donnés au tableau C-7 de cette annexe.

Lors des deux campagnes (avril et juillet 2021), quelques paramètres (argent, cadmium, mercure, sélénium, anthracène, pyrène) ont été analysés avec une limite de détection rapportée (LDR) légèrement supérieure à la valeur du critère ou de la recommandation de qualité de l'eau (tableaux C-1 à C-6 de l'annexe E). À titre d'exemple, le cadmium mesuré à la station Chenal en avril 2021 est de <0,000 2 mg/L, alors que le critère MELCC est de 0,000 18 mg/L et que la recommandation CCME est de 0,000 1 mg/L. Ces limites de détection rapportées demeurent néanmoins du même ordre de grandeur que les critères et recommandations, ce qui tend à indiquer que si des dépassements sont occasionnés, ils seraient négligeables et sans conséquence. Par ailleurs, à titre informatif, les limites de détection rapportées sont inférieures aux critères d'effet aigu (MELCC) et aux recommandations à court terme (CCME) (si disponibles), ce qui indique l'absence de dépassement de ces critères et recommandations.

Les résultats de la campagne printanière (avril, tableaux C-1 à C-3 de l'annexe E) sur la qualité de l'eau de la rivière Richelieu ne montrent aucun dépassement de critère de qualité causant un effet chronique (MELCC) ou de dépassement de la recommandation pour une exposition à long terme (CCME). En effet, aucun métal, nutriment ou hydrocarbure n'indique de valeur détectée (selon la limite de détection rapportée) excédant les critères ou recommandations. Rappelons que la campagne printanière n'indiquait pas des conditions de crue.

La campagne estivale (juillet, tableaux C-4 à C-6 de l'annexe E) indique très peu de dépassements de critères ou recommandations pour la qualité de l'eau. La majorité des dépassements observés concernent la station Ash, située à quelques kilomètres en aval de la partie aquatique restreinte de la zone d'étude. Le phosphore total (0,039 mg/L) accuse un léger dépassement du critère visant à limiter la croissance excessive d'algues et de plantes aquatiques (0,030 mg/L). De plus, l'aluminium (0,630 mg/L) montre une valeur supérieure à la recommandation à long terme du CCME (0,10 mg/L). Le cuivre (0,010 mg/L) et le plomb (0,0029 mg/L) montrent des valeurs supérieures aux critères d'effet chronique (0,006 5 et 0,001 8 mg/L, respectivement) et aux recommandations à long terme (0,002 0 et 0,001 8 mg/L, respectivement) pour la qualité de l'eau. Le plomb ne dépasse cependant pas le critère d'effet aigu (critère de 0,05 mg/L calculé pour une dureté de 65 mg/L), contrairement au cuivre (critère d'effet aigu de 0,009 mg/L, calculé pour une dureté de 65 mg/L). Dans le cas du cuivre, il s'agit cependant d'une valeur de concentration unique, dont l'équivalent n'a pas été mesuré à d'autres endroits, même en avril, ce qui laisse penser à un événement isolé. Aucune recommandation à court terme (CCME) n'existe pour l'aluminium, le cuivre et le plomb. La station Ash avait été sélectionnée à titre de référence, pour documenter la qualité de l'eau à l'extérieur de la zone des travaux, plus en aval. On a remarqué sur le terrain que cet endroit (station Ash) faisait l'objet de beaucoup de circulation nautique étant donné que le corridor de navigation y est réduit en raison de l'île Ash et de ses hauts-fonds. Ce constat laisse supposer que toute source de contamination anthropique peut s'y concentrer plus facilement. La présence d'une marina liée à une pourvoirie à proximité renforce cette probabilité que des sources diverses de contamination anthropique existent dans ce secteur particulier.

En dehors de la station Ash, une valeur du pH de 9,1 a été mesurée à la station RD1, ce qui représente un léger dépassement de critère (9,0). Cette station agit elle aussi à titre de point de référence puisqu'elle est située en rive droite de la rivière Richelieu et ne devrait pas être touchée outre mesure durant la phase construction.

Aucun HAP, BPC, pesticide ou herbicide n'ont été détectés (selon la limite de détection rapportée) dans l'eau (tableaux C-5 et C-6 de l'annexe E).

Certains pesticides et herbicides lors de la campagne de juillet ont été mesurés avec une limite de détection rapportée supérieure aux critères d'effet chronique (MELCC) et aux recommandations d'effet à long terme (CCME). Il est à souligner que les limites de détection rapportées (LDR) utilisées pour ces paramètres sont dans l'ensemble similaires à celles qui ont été utilisées dans d'autres études de cours d'eau du bassin versant de la rivière Richelieu (Giroux et Pelletier, 2012; Giroux, 2015 et 2019). La comparaison des résultats obtenus pour la rivière Richelieu en 2021 (tableau C-6 de l'annexe E) avec les critères de qualité pour un effet aigu et les recommandations d'effet à court terme a donc été ajoutée étant donné que ces critères sont moins sévères et qu'ils occupent des valeurs supérieures aux limites de détection rapportées. Par ailleurs, les travaux qui seront réalisés seront de nature temporaire, ce qui rend la comparaison avec cette gamme de critères appropriée.

Les résultats des contrôles de qualité pour les campagnes d'avril et de juillet sont présentés au tableau C-7 de l'annexe E. Ces résultats montrent très peu d'hétérogénéité et sont donc jugés reproductibles. Les résultats montrent également l'absence de contamination due aux manipulations sur le terrain.

En somme, l'évaluation de la qualité de l'eau n'indique pas de contamination courante d'importance. À titre indicatif, une station de la qualité de l'eau du MELCC (MELCC, 2021b) située à proximité de l'île Ash indique que l'indice de qualité bactériologique et physicochimique (IQBP) de la rivière Richelieu est qualifié de « bon » de 2016 à 2018, c'est-à-dire qu'elle permet la baignade et tous les usages.

#### **4.2.1.1.3 Qualité des sédiments**

Dans le cas des pesticides et herbicides en juillet 2021, les analyses n'ont porté que sur certaines stations (RG1, RG2.2, Chenal, RD1 et Ash). Ces stations couvrent la partie aquatique restreinte de la zone d'étude (rive gauche, rive droite et chenal) et donnent un bon aperçu du cadre de référence. On a par ailleurs constaté durant la campagne d'avril 2021 sur la qualité de l'eau que certaines stations contiguës n'apportaient pas d'information additionnelle.

Les critères pour l'évaluation de la qualité des sédiments au Québec (Canada, Environnement Canada et Québec, MDDEP, 2007) ont été utilisés pour effectuer l'interprétation des résultats d'analyse chimique des sédiments d'eau douce. Les critères génériques pour les sols du Guide d'intervention du MELCC (Beaulieu, 2021) ont aussi été utilisés pour le cas où une gestion des sédiments excavés devrait être réalisée. Dans ce même ordre d'idées, les valeurs limites de l'annexe I du Règlement sur l'enfouissement des sols contaminés (RESC) ont été utilisées.

Les tableaux D-1 à D-3 de l'annexe F synthétisent les résultats obtenus. Rappelons que seules la concentration d'effets occasionnels (CEO) et la concentration d'effets fréquents (CEF) sont ici considérées pour l'évaluation de la qualité des sédiments d'eau douce (voir section 3.3.1.3.3 pour plus de détails). Les autres critères sont la CER (concentration d'effets rares), la CSE (concentration seuil produisant un effet) et la CEP (concentration d'effets probables). Bien qu'il existe cinq valeurs de référence, elles ne sont jamais toutes utilisées simultanément dans la gestion des sédiments. En effet, seulement deux d'entre elles sont utilisées pour chacun des trois contextes de gestion des sédiments suivants : 1) prévention de la contamination des sédiments due à des rejets industriels, 2) gestion des sédiments résultant de travaux de dragage et 3) restauration de sites contaminés. Seule la gestion des sédiments est considérée dans la présente étude, car les deux autres options ne sont pas pertinentes aux travaux projetés. La CEO et la CEF constituent les deux valeurs seuils qui encadrent la mise la gestion des sédiments en milieu hydrique.

Pour ce qui est des résultats présentés aux tableaux D-1 et D-2 de l'annexe F, aucun paramètre parmi les métaux, les nutriments, les ions et les BPC totaux ne présente de dépassement pour tous les types de critères utilisés aux fins de comparaison.

Pour ce qui est des HAP, les sédiments n'indiquent aucun dépassement de la CEO ou de la CEF (lorsqu'un critère existe), mais indiquent des concentrations de niveau A-B pour quelques composantes : benzo(a)pyrène, benzo(b)fluoranthène, chrysène, fluoranthène et pyrène (tableau D-2 de l'annexe F). Advenant une gestion terrestre des sédiments, le niveau de contamination A-B devra être pris en compte pour la gestion hors site.

Aucun des pesticides et herbicides n'a présenté de valeur supérieure à la limite de détection rapportée (tableau D-3 de l'annexe F). Les paramètres pour lesquels des critères de qualité des sédiments existent ont été analysés avec une limite de détection rapportée plus élevée que la CEO. La majorité des limites de détection rapportée sont cependant inférieures à la CEF. Aucun critère de qualité des sols n'est disponible pour les pesticides et herbicides analysés. Enfin, toutes les concentrations de chacun des paramètres mesurés dans les sédiments occupent des valeurs inférieures aux valeurs limites pour l'enfouissement (Règlement sur l'enfouissement des sols contaminés).

Les résultats des contrôles de qualité sont présentés au tableau D-4 de l'annexe F. Dans l'ensemble, les résultats montrent très peu d'hétérogénéité et sont donc jugés reproductibles.

En regard des résultats d'analyse, l'évaluation de la qualité des sédiments n'indique pas de contamination courante d'importance.

#### **4.2.1.2 Milieu biophysique**

La caractérisation du milieu biophysique comprend une évaluation de la profondeur moyenne, de la vitesse de courant, de la composition du substrat ainsi que du recouvrement en herbiers aquatiques (tableaux 17 et 18). Ces composantes ont permis de délimiter visuellement des unités d'habitat homogènes. Ceux-ci sont illustrés à la carte 4 (grande carte) située à la suite de la conclusion. La rive gauche abrite huit habitats homogènes (HH1-1 à HH1-8) tandis que la rive droite en abrite cinq (HH2-1 à HH2-5). La zone centrale représente également un habitat relativement homogène. La profondeur moyenne ainsi que la vitesse moyenne étaient assez similaires d'un habitat homogène à l'autre, à l'exception du chenal central. En effet, les habitats cartographiés en rive étaient en général d'une profondeur de moins de 2 m et présentaient une vitesse de courant nulle. La plus grande distinction entre ces habitats se trouvait dans le recouvrement en végétation aquatique ainsi que dans la composition du substrat (carte 4; tableaux 17 et 18).

Sur la rive gauche, les habitats HH1-2, HH1-6 et HH1-7 se sont avérés peu profonds et composés de végétation émergente dominée par les joncacées. Les autres habitats situés sur la rive gauche (HH1-1, HH1-2, HH1-5, HH1-8) ainsi que sur la rive droite (HH2-1, HH2-2, HH2-3, HH2-4, HH2-5) étaient légèrement plus profondes (>0,5 m) et étaient dominées par la végétation aquatique submergée, principalement par la vallisnérie d'Amérique (*Vallisneria americana*), selon différents pourcentages de recouvrement (tableau 17). L'habitat HH1-1 est celui présentant le moins de végétation aquatique en raison de la granulométrie du substrat dominé par des matériaux de gros calibre (galets et blocs), donc peu favorables à l'implantation des végétaux (tableau 18) et à l'enrochement des berges à l'emplacement des douanes canadiennes (photo 16). Les photos de chacun des habitats homogènes se trouvent à l'annexe B. Les berges inventoriées dans la zone d'étude étaient stables et présentaient des pentes de talus plutôt faibles, sauf lorsque celles-ci avaient été enrochées ou aménagées (photo 16; HH1-1, HH1-4 et HH2-1). Sur la rive gauche, la plupart des habitats homogènes présentent une bonne couverture de végétation riveraine, plus particulièrement arborescente. Malgré la présence de milieux anthropiques, les berges sises dans l'habitat homogène HH1-5 présentaient également une bonne couverture végétale (photos 12 à 15). Les berges de HH1-1 et de HH1-4 font exception étant donné leur caractère anthropique. En effet, les berges de HH1-1 étaient composées principalement de substrat minéral (enrochement) tandis que celles de HH1-4, qui se trouvent au bout d'une marina, étaient principalement herbacées. La rive droite étant fortement impactée par les activités anthropiques (maisons, quais, etc.), la végétation des berges était surtout herbacée.



**Photo 12 : HH1-5 - Rive à partir de la station de pêche P12 (secteur résidentiel)**



**Photo 13 : HH1-5 - Rive à partir de la station de pêche P46 (secteur naturel)**



**Photo 14 : HH1-5 - Rive à partir de la station P20 (canal)**



**Photo 15 : Rive à partir de la station P33 (canal)**

**Tableau 17 : Caractéristiques biophysiques des habitats homogènes de la rivière Richelieu**

Habitat homogène	Superficie (ha)	Prof. moy (m)	Facies d'écoulement (m/s)	Herbiers aquatiques				Berges				Photo (Annexe B)
				Recouvrement (%)	Espèce dominante	Espèce sous-dominante	Type / abondance-dominance <sup>A</sup>	Végétation riveraine	Hauteur talus (m)	Pente talus (°)	Commentaires	
HH1-1	3,85	0,90	Lentique (< 0,01)	20	Vallisnérie	-	T1 / 2	Herbacée 10 %; Arbustive 10 %; Arborescente 0 %	2,5	70	Enrochement de la digue du quai de la douane	B1
HH1-2	2,56	0,45	Lentique (< 0,01)	70	Jonc sp.	Vallisnérie d'Amérique, Élodée du Canada	T3 / 4	Herbacée 0 %; Arbustive 0 %; Arborescente 100 %	2,0	10	-	B2
HH1-3	1,33	0,80	Lentique (< 0,01)	100	Vallisnérie	Élodée du Canada, potamot plantifolié	T1 / 5	Herbacée 0 %; Arbustive 0 %; Arborescente 100 %	2,0	10	Cette section se termine avec le marécage arborescent <sup>B</sup> (HH1-2)	B3
HH1-4	0,18	0,60	Lentique (< 0,01)	70	Vallisnérie	Nénuphar jaune, Élodée du Canada	T1 / 4	Herbacée 70 %; Arbustive 0 %; Arborescente 0 %	2,5	70	-	-
HH1-5	52,29	2,02	Lentique (< 0,01)	100	Vallisnérie	Potamot de Richardson, Myriophylle de Sibérie, Élodée du Canada (Myriophylle à épis recouvre toute la zone du canal de la marina)	T1 / 5	Herbacée 30 %; Arbustive 10 %; Arborescente 100 %	-	-	La hauteur et la pente du talus sont plus grandes près de HH1-4 et plus faibles à proximité de HH1-6	B4
HH1-6	1,58	0,28	Lentique (< 0,01)	100	Jonc sp.	Potamot nageant, Vallisnérie d'Amérique, Élodée du Canada	T3 / 5	Herbacée 30 %; Arbustive 10 %; Arborescente 100 %	1,0	10	-	B5
HH1-7	9,06	0,40	Lentique (< 0,01)	100	Jonc sp.	Potamot nageant, Vallisnérie d'Amérique, Élodée du Canada	T3 / 5	Herbacée 30 %; Arbustive 10 %; Arborescente 100 %	1,0	10	Réserve. Berge en pente douce vers un marécage arborescent et un marais <sup>B</sup>	B6
HH1-8	11,21	2,45	Lentique (< 0,01)	20	Vallisnérie	Potamot de Richardson, Myriophylle de Sibérie, Élodée du Canada	T1 / 2	-	-	-	Se trouve au centre de la rivière; Aucune donnée associée à la berge pour ce milieu	-
Centre	65,09	4-5	Lentique (< 0,01)	0	-	-	- 0 et R	-	-	-	Se trouve au centre de la rivière; Aucune donnée associée à la berge pour ce milieu	-

**Tableau 17 : Caractéristiques biophysiques des habitats homogènes de la rivière Richelieu (suite)**

Habitat homogène	Superficie (ha)	Prof. moy (m)	Facies d'écoulement (m/s)	Herbiers aquatiques				Berges				Photo (Annexe B)
				Recouvrement (%)	Espèce dominante	Espèce sous-dominante	Type / abondance-dominance <sup>A</sup>	Végétation riveraine	Hauteur talus (m)	Pente talus (°)	Commentaires	
HH2-1	10,05	1,18	Lentique (< 0,01)	90	Vallisnérie	Potamot de Richardson, Myriophylle de Sibérie, Élodée du Canada	T1 / 5	Herbacée 50 %; Arbustive 5 %; Arborescente 20 %	3,0	30	Berges anthropiques, terrains aménagés	B7
HH2-2	10,01	1,75	Lentique (< 0,01)	40	Vallisnérie	Potamot de Richardson, Myriophylle de Sibérie, Élodée du Canada	T1 / 3	Herbacée 30 %; Arbustive 30 %; Arborescente 30 %	2,0	20	Enrochement, berge anthropique, terrains aménagés	B8 à B10
HH2-3	26,55	2,26	Lentique (< 0,01)	90	Vallisnérie	Potamot de Richardson, Myriophylle de Sibérie, Élodée du Canada	T1 / 5	-	-	-	Milieu distant de la berge. Aucune donnée associée à la berge pour ce milieu.	-
HH2-4	21,34	2,95	Lentique (< 0,01)	20	Vallisnérie	Potamot de Richardson, Myriophylle de Sibérie, Élodée du Canada	T1 / 2	-	-	-	Milieu distant de la berge. Aucune donnée associée à la berge pour ce milieu.	-
HH2-5	15,71	2,99	Lentique (< 0,01)	80	Vallisnérie	Potamot de Richardson, Myriophylle de Sibérie, Élodée du Canada	T1 / 5	-	-	-	Milieu distant de la berge. Aucune donnée associée à la berge pour ce milieu.	-

<sup>A</sup> : T1 = Herbiers à plantes submergées; T2 = herbier à plantes flottantes; T3 = herbier à plantes émergentes. Les cotes de recouvrement sont attribuées comme suit : 0 = Aucun herbier, R = Quelques rares individus; + = Moins de 1%; 1 = de 1 à 5%; 2 = de 6 à 25%; 3 = de 26 à 50%; 4 = de 51 à 75%; 5 = de 76 à 100% (voir tableau 3).

<sup>B</sup> : Se référer à la carte C-1 (HQ, 2022b).





**Photo 16 : Enrochement à l'emplacement des douanes canadiennes; HH1-1**

Le substrat présent dans la rivière Richelieu était généralement composé de sable, d'argile et de limon (tableau 18). Celui-ci a tout d'abord été évalué visuellement en embarcation à l'aide d'un bathyscope pour chacun des habitats homogènes. De multiples coups de benne Ponar ont également été effectués afin d'avoir un aperçu plus détaillé du substrat de l'entièreté de la zone d'étude. Un total de 46 coups de benne a été donné, soit 27 en 2020 (B1 à B27) et 19 en 2021 (B28 à B46). Par exemple, la caractérisation visuelle de HH1-1 montrait un substrat composé principalement de galets alors que la benne a révélé une importante couche de sédiments fins en s'éloignant de l'enrochement des douanes canadiennes. Les seuls coups de benne faisant état d'un substrat grossier naturel se trouvent aux stations B14 sur la rive gauche, B16 au centre, ainsi qu'à la station B20 sur la rive droite (carte 3).

La zone centrale de la rivière Richelieu est différente des zones riveraines. Bien que le substrat de cette zone soit principalement de matériaux fins, la profondeur était cependant trop importante ( $\pm 4$  à  $5$  m) pour permettre l'établissement de plantes aquatiques submergées. Rappelons que le substrat fin est composé majoritairement (50 % et plus) par des particules de petite taille (sable à limon) alors que le substrat grossier est composé majoritairement particules de grosse taille (dans ce cas-ci gravier et cailloux).

**Tableau 18 : Composition détaillée du substrat de la rivière Richelieu obtenu aux stations d'échantillonnage par benne et par observation visuelle lors des inventaires de 2020 et 2021**

Secteur	Habitats homogènes	Station de benne ou observation visuelle	Composition du substrat (%) <sup>A, B</sup>								Photo (Annexe B)
			B	G	C	Gr	S	L	A	Mo	
Rive gauche	HH1-1	Visuelle	10	80	-	10	-	-	-	-	
	HH1-1	B8	-	5	-	5	45	15	15	15	B15
	HH1-2	Visuelle	5	5	-	30	40	20	-	-	
	HH1-3	Visuelle	-	-	-	-	30	70	-	-	
	HH1-4	Visuelle	-	-	-	-	-	60	-	40	
	HH1-5	Visuelle	5	-	-	-	20	75	-	-	
	HH1-5	B5	-	-	-	-	15	15	50	20	B12
	HH1-5	B6	-	-	-	-	5	20	45	25	B13
	HH1-5	B7	-	-	-	-	5	10	65	20	B14
	HH1-5	B9	-	-	-	-	10	15	60	15	B16
	HH1-5	B10	-	-	-	-	15	20	35	30	B17
	HH1-5	B11	-	-	-	-	10	35	45	10	B18
	HH1-5	B12	-	-	-	-	25	20	40	15	B19
	HH1-5	B13	-	-	-	-	15	15	50	20	B20
	HH1-5	B39	-	-	-	10	60	-	40	-	B54
	HH1-5	B40	-	-	5	5	20	20	50	-	B55
	HH1-5	B41	-	-	-	-	70	-	30	-	B56
	HH1-5	B42	-	-	-	-	30	30	40	-	B57
	HH1-5	B43	-	-	-	-	80	20	-	-	B58
	HH1-5	B44	-	-	-	-	-	50	50	-	B59
	HH1-5	B45	-	-	2	40	40	18	-	-	B60
	HH1-6	Visuelle	-	-	-	-	30	70	-	-	
HH1-7	Visuelle	-	-	-	-	30	70	-	-		
HH1-8	B16	-	-	25	35	10	10	10	10	B23	
HH1-8	B14	-	-	25	25	10	10	20	10	B21	
Centre	HH-Centre	B15	-	-	-	-	15	30	40	15	B22
	HH-Centre	B17	-	-	-	-	15	10	50	25	B24
	HH-Centre	B18	-	-	-	-	10	10	40	40	B25
	HH-Centre	B19	-	-	-	-	5	25	60	10	B26
	HH-Centre	B28	-	-	-	-	-	100	-	-	B43
	HH-Centre	B29	-	-	-	-	-	85	10	5	B44
	HH-Centre	B31	-	-	-	-	20	15	60	5	B46
	HH-Centre	B32	-	-	-	-	-	100	-	-	B47
	HH-Centre	B34	-	-	-	-	-	50	50	-	B49
	HH-Centre	B36	-	-	-	-	-	20	80	-	B51
	HH-Centre	B37	-	-	-	-	-	100	-	-	B52
HH-Centre	B46	-	-	-	-	-	100	-	-	B61	

**Tableau 18 : Composition détaillée du substrat obtenu lors de la caractérisation visuelle et avec les coups de benne (suite)**

Secteur	Habitats homogènes	Station de benne ou observation visuelle	Composition du substrat (%) <sup>A, B</sup>								Photo (Annexe B)
			B	G	C	Gr	S	L	A	Mo	
Rive droite	HH2-1	Visuelle	10	5	-	10	20	40	15	-	
	HH2-3	B25	-	-	-	-	25	20	25	30	B32
	HH2-2	Visuelle	20	10	-	-	60	10	-	-	
	HH2-3	B38	-	-	-	-	-	20	80	-	B53
	HH2-3	B26	-	-	-	-	15	10	45	30	B33
	HH2-3	B27	-	-	-	-	15	30	40	15	B34
	HH2-4	B20	5	40	20	5	10	10	5	5	B27
	HH2-4	B23	-	-	-	-	20	15	40	25	B30
	HH2-4	B24	-	-	-	-	25	15	45	15	B31
	HH2-4	B30	-	-	-	-	30	10	35	25	B45
	HH2-5	B21	-	-	-	-	20	15	35	30	B28
	HH2-5	B22	-	-	-	-	15	20	40	25	B29
	HH2-5	B33	-	-	-	-	20	-	80	-	B48
HH2-5	B35	-	-	-	25	50	-	25	-	B50	

<sup>A</sup> : Voir le tableau 2 (section 3.2.1.1) pour la signification des codes.

<sup>B</sup> : La carte 6 regroupe le substrat en 2 catégories soit le substrat grossier (+ de 50 % des classes bloc, galet, caillou et gravier) et le substrat fin (+ de 50 % de sable, limon, argile, matière organique).

### 4.2.1.3 Habitat du poisson

La zone d'étude, par ses caractéristiques biophysiques, propose une large gamme d'habitats. Les habitats de reproduction, de croissance et d'alevinage, d'alimentation ainsi que ceux dédiés à la migration et l'hivernage ont été délimités par les caractéristiques spécifiques de chacun des habitats homogènes. Les stades de développement des captures (section 4.3.1) ont permis de confirmer que ces habitats étaient fréquentés par différentes espèces selon leur stade de vie. Les habitats sont délimités et représentés à la carte 4. Le détail des préférences d'habitats pour la fraie, l'alevinage, la croissance et l'alimentation des espèces capturées ou potentiellement présentes dans la zone d'étude est présenté à l'annexe C.

#### Habitats de reproduction potentiels et confirmés

Les habitats cartographiés en rive gauche étaient en général d'une profondeur de moins de 1 m au moment des inventaires et présentaient des vitesses d'écoulement nulle ou quasi nulle. Ces habitats peu profonds présentent un intérêt confirmé pour la faune aquatique, notamment par la présence d'habitats de reproduction (potentiels et confirmés) associés aux herbiers. Lors de la délimitation des unités d'habitat homogènes, dès qu'un signe dans un de ces habitats confirmait qu'il s'agissait d'un habitat de fraie, l'ensemble de l'unité était considéré comme une frayère. Ces signes associés à la fraie consistaient en la présence de nids, d'œufs ou de géniteurs prêts à frayer.

Sur la rive gauche, les habitats HH1-2, HH1-6 et HH1-7 se sont avérés peu profonds (moins de 1 m), composés de végétation émergente et d'herbiers aquatiques submergés. Ces milieux lenticules se caractérisent par un substrat fin. La hauteur et la pente du talus du milieu HH1-7 étant très faibles, l'eau peut pénétrer dans les terres de la réserve de biodiversité projetée Samuel-De Champlain lors des périodes de crue (voir la photo 17). Les étages riverains submergés au printemps, comme les marais et les marécages, situés en rive gauche de la rivière près de la frontière canado-américaine, auraient d'ailleurs déjà été utilisés par plusieurs espèces de poissons à des fins de reproduction selon les informations contenues dans les bases de données du MFFP (section 4.1.3). Lors des campagnes de terrain, un total de six nids de centrarchidés ainsi que des larves et géniteurs ont été observés dans l'habitat homogène HH1-7. Les inventaires ont aussi confirmé la présence de nids de centrarchidés dans l'habitat homogène HH1-2 (voir la photo 18). De plus, il s'agit d'une frayère potentielle pour le poisson-castor (*Amia calva*), la perchaude (*Perca flavescens*), l'achigan à petite bouche (*Micropterus dolomieu*) et l'achigan à grande bouche (*Micropterus salmoides*). L'habitat homogène HH1-6 présentait des conditions biophysiques représentatives d'un habitat de fraie pour les centrarchidés ; toutefois, la présence de nids n'a pas été confirmée.

Les autres habitats aquatiques situés sur la rive gauche (HH1-1, HH1-3 et HH1-5) sont légèrement plus profonds (plus de 0,5 m) et caractérisés par une végétation aquatique submergée dont l'espèce dominante est la vallisnérie d'Amérique selon différents pourcentages de recouvrement (photo 21).

La présence de nids de centrarchidés, d'alevins et de géniteurs a été confirmée dans l'habitat HH1-3, bordant le haut marais (HH1-2). La présence d'une femelle meunier noir (*Catostomus commersonii*) gravide dans cet habitat laissait présumer une frayère à proximité. Toutefois, les conditions biophysiques de la zone d'inventaire ne correspondent pas aux caractéristiques d'une frayère à catostomidés : en effet, les catostomidés (y compris les espèces du genre *Moxostoma*) déposent habituellement leurs œufs sur du substrat grossier en milieu lotique (Lavoie et Talbot, 1988)

L'habitat HH1-1 était celui qui comportait le moins de végétation aquatique en raison de la granulométrie du substrat (photo16). Cet habitat présentait des conditions biophysiques représentatives d'un habitat de fraie pour l'achigan à grande bouche et l'achigan à petite bouche; toutefois, aucun nid n'a été observé.



**Photo 17 :** Rive gauche délimitée au sud par la réserve de biodiversité projetée Samuel-De Champlain et au nord par l'épi rocheux du quai Richelieu



**Photo 18 :** HH1-2 – Rive gauche rivière Richelieu



**Photo 19 :** Rive droite, Rivière Richelieu



**Photo 20 :** Vue aérienne de la rive droite en arrière-plan



**Photo 21 :** Rive droite de la rivière Richelieu, limite entre HH1-7 et HH1-5

La présence de plusieurs perchaudes matures prêtes à se reproduire dans l'habitat HH1-5 indique qu'il s'agit d'un habitat de fraie potentielle. Toutefois, aucun chapelet d'œufs n'a été directement observé. Cet habitat couvrait la plus grande superficie de la rive gauche (52 ha) ; il était légèrement plus profond (plus de 1,4 m) et caractérisé par une végétation aquatique submergée recouvrant 100 % du substrat. La vallisnerie d'Amérique (*Vallisneria americana*) était l'espèce dominante, suivie par le potamot de Richardson (*Potamogeton richardsonii*), le myriophylle de Sibérie (*Myriophyllum sibiricum*) et l'élodée du Canada (*Elodea canadensis*). Le faciès d'écoulement était de type lentique, et le substrat était majoritairement fin. Cet habitat homogène présentait toutes les caractéristiques biophysiques recherchées par la perchaude pour ses activités de fraie.

Les berges inventoriées en rive droite sont stables et présentent des pentes de talus plutôt abruptes, car celles-ci ont été enrochées ou aménagées par les riverains (photos 19 et 20). Le faciès d'écoulement a été caractérisé comme étant lentique et le substrat est composé de particules fines. Seul un habitat de fraie potentielle a été repéré (HH2-1), en aval, à l'endroit où le recouvrement de la végétation aquatique submergée variait entre 76 et 100 % au moment des inventaires. Plusieurs spécimens de fondule barré (*Fundulus diaphanus*) gravides ou prêts à frayer ont été capturés dans cet habitat.

L'habitat HH2-5, en périphérie de la zone Centre, comporte une zone d'herbiers aquatiques submergés denses (76 à 100 % de recouvrement) dans une zone plus profonde (plus de 3 m). La capture de perchaudes gravides dans cet habitat laisse penser qu'il s'agirait d'un habitat de fraie potentielle : en effet, la perchaude peut frayer jusqu'à une profondeur de 4 m (Gillet et Dubois, 1995). Deux perchaudes prêtes à frayer ont aussi été capturées dans la zone centrale, à quelques mètres de l'habitat HH2-5. Malgré le fait que la perchaude puisse utiliser une gamme de substrats différents pour la fraie, il est peu probable que la zone centrale soit un habitat de fraie prisée par l'espèce. Il s'agirait plutôt d'individus en déplacement, compte tenu de la présence d'herbiers plus denses et d'habitat de fraie en bordure des rives.

### **Habitat d'alevinage et de croissance**

Généralement, les alevins et les juvéniles d'une majorité d'espèces utilisent préférentiellement les faibles profondeurs en raison de la présence de végétation. Habituellement, la végétation est peu présente au-delà de la zone euphotique de 2 m de profondeur, ce qui n'est pas le cas de la zone littorale de la rivière Richelieu, en raison de la transparence de l'eau. Pour cette raison, les alevins et les juvéniles ont plutôt accès à une plus large zone s'étendant jusqu'à 4 m de profondeur. Les habitats d'alevinage et de croissance ont donc été délimités en fonction des habitats homogènes correspondant à cette zone.

La zone littorale de la rivière Richelieu présente un agencement de variables biophysiques (écoulement lentique et gradient de végétation sur substrat fin) favorables à l'alevinage (larves et alevins) et à la croissance (juvéniles) d'une grande diversité d'espèces. Les aires d'alevinage et de croissance ont été délimitées en fonction des habitats homogènes en tenant compte des captures de larves ou de l'observation directe d'alevins et de juvéniles dans ces habitats.

La réserve de biodiversité projetée Samuel-De Champlain a été, dans sa partie littorale, catégorisée comme un habitat homogène. L'habitat HH1-7 (photo 17), avec l'abondance de la végétation émergente et submergée, a créé un habitat d'alevinage et de croissance favorable à plusieurs espèces, comme le fondule barré, le crayon d'argent (*Labidesthes sicculus*) et l'épinoche à cinq épines (*Culaea inconstans*), dont plusieurs alevins y ont été capturés.

L'habitat HH1-2 (photo 18), en aval de la rive gauche, est aussi composé d'un amalgame d'herbiers submergés et émergés. Des larves et des juvéniles de méné à museau arrondi (*Pimephales notatus*), de méné jaune (*Notemigonus crysoleucas*), d'achigan à grande bouche, de crapet arlequin (*Lepomis macrochirus*), de crapet-soleil (*Lepomis gibbosus*) et de crayon d'argent y ont été capturés.

L'habitat HH1-1 (photo 16) se distingue par sa composition comportant de gros matériaux, ce qui permet la présence d'abris pour les alevins et les juvéniles d'espèces lithophiles et phytolithophiles. Des alevins et des individus juvéniles d'épinoche à cinq épines, de raseux-de-terre gris (*Etheostoma olmstedii*), de fondule barré, de crayon d'argent et d'achigan à petite bouche ont été capturés dans cet habitat.

L'habitat qui couvre la plus grande superficie de la zone littorale de la rive gauche, HH1-5, s'est avéré être un habitat d'alevinage et de croissance pour au moins sept espèces de poissons : le grand brochet (*Esox lucius*), le raseux-de-terre gris, le crayon d'argent, le crapet-soleil, le crapet arlequin, l'achigan à grande bouche et l'épinoche à cinq épines. Ce secteur peu profond est à écoulement lent et présente une abondante végétation aquatique submergée.

Au total, deux habitats d'alevinage et de croissance ont été repérés le long de la rive droite. Seul le pourcentage de recouvrement de la végétation aquatique submergée différencie ceux-ci : l'habitat homogène HH2-1 présentait un recouvrement de végétation aquatique de plus de 76 %, tandis que l'habitat HH2-2 présentait un pourcentage variant de 26 à 50 %. Ces secteurs sont utilisés pour l'alevinage et la croissance du crapet de roche (*Ambloplites rupestris*), du raseux-de-terre gris, du fondule barré, de l'achigan à petite bouche, de l'achigan à grande bouche, de la perchaude, du méné à museau arrondi, du meunier noir et du méné bleu (*Cyprinella spiloptera*). Au total, 430 individus immatures ont été capturés dans ces deux habitats (section 4.3.1).

### **Habitats d'alimentation**

Les frayères et aires d'alevinage sont naturellement des habitats privilégiés pour l'alimentation à tous les stades de vie des poissons. Les herbiers qui servent à la fraie des espèces d'eaux calmes offrent des ressources alimentaires pour les poissons herbivores, benthivores ou planctivores (Fondation de la faune du Québec et MEF, 1996). Ces herbiers sont aussi d'excellents abris pour les prédateurs qui chassent en embuscade comme le grand brochet.

L'ensemble des aires d'alevinage sert également d'habitat d'alimentation pour les adultes des différentes espèces trouvées en abondance dans la rivière Richelieu. Dans ce contexte, la zone littorale peut être considérée comme une vaste aire d'alimentation pour les spécimens matures. D'ailleurs, des adultes ont été capturés dans chacun des secteurs. Les milieux avec présence de végétation sont dominés par des perchaudes, des fondules barrés et des crapets-soleils matures.

La zone d'étude caractérisée par un substrat fin, une vitesse d'écoulement lente et d'importants herbiers aquatiques représente un habitat d'alimentation et de croissance important pour l'anguille d'Amérique (voir résultat des pêches à la section 4.3.1). Bien que n'ayant pas été observé dans la zone d'étude, la caractérisation montre un potentiel d'habitat pour d'autres espèces à statut particulier, telles que le méné d'herbe (fraie, alevinage, alimentation) ou le chevalier de rivière (alevinage).

## Habitat de migration et d'hivernage

La zone centrale (habitat HH-Centre; carte4) représente un habitat relativement homogène composé de substrat fin (sable à limon); il est trop profond (environ 4 à 5 m en étiage) pour permettre l'établissement de plantes aquatiques submergées. Ce secteur de la rivière est potentiellement utilisé par certaines espèces de la communauté piscicole comme habitat de migration et d'hivernage. Il permet la libre circulation du poisson, entre autres pour l'anguille d'Amérique (espèce catadrome) lors des périodes de migration. En saison froide, la profondeur du chenal permet aux poissons d'éviter d'être impactés par les eaux de surface froides et la glace. L'épaisseur des glaces riveraines limite possiblement l'espace vital disponible pour certaines espèces de poissons. Les habitats aquatiques adjacents au centre sont caractérisés par un gradient de la densité et de l'abondance de végétation aquatique submergée. Les habitats HH1-8 et HH2-4 ont un recouvrement maximal variant de 6 % à 25 %. À l'instar de la zone centrale, il s'agit d'une zone de migration et, dans une moindre mesure, d'alimentation.

### 4.2.2 Tributaires (Ruisseau Patenaude, Boyce-Gervais et leur embouchure)

Au même titre que pour la rivière Richelieu, les ruisseaux Patenaude et Boyce-Gervais, ainsi que leur embouchure commune, ont été caractérisés pour la qualité de l'eau (section 4.2.2.1) ainsi que les composantes biophysiques de l'environnement (section 4.2.2.2). Le ruisseau Fairbanks a aussi été caractérisé pour la composante biophysique.

Des relevés physico-chimiques ont été effectués dans la rivière Richelieu afin de documenter la qualité de l'habitat pour les poissons en septembre 2020

#### 4.2.2.1 Qualité de l'eau *in situ*

Les relevés physico-chimiques ont été effectués dans les ruisseaux Patenaude et Boyce-Gervais, ainsi que leur embouchure commune en septembre 2020. Ces relevés montrent que le pH est favorable à la vie aquatique (tableau 19). Cependant, les valeurs de conductivité sont beaucoup plus élevées que celles retrouvées dans la rivière Richelieu, montrant une eau de type minérale. Cette différence est probablement due aux rejets agricoles qui se déversent directement dans ces cours d'eau. La température était relativement plus froide dans les tributaires comparativement à celles observées dans la rivière Richelieu. Ces valeurs peuvent s'expliquer par la plus grande masse thermique de la rivière Richelieu, ce qui fait que l'eau prend plus de temps pour se refroidir au contact de l'air froid. La saturation en oxygène n'était pas limitante pour la vie aquatique. La turbidité retrouvée dans ces cours d'eau était relativement élevée. Comme les valeurs obtenues étaient supérieures à 5 UNT, mais inférieures à 30 UNT, l'eau des ruisseaux peut être classée « légèrement trouble ».



**Tableau 19 :** Relevés physico-chimiques dans les tributaires et leur embouchure en septembre 2020

Station	Ph1 Ruisseau Patenaude	Ph2 Ruisseau Boyce Gervais	Ph3 Jonction Patenaude et Boyce-Gervais
Température (°C)	7,58	7,71	10,13
Conductivité (µS/cm)	651,1	692,3	720,9
pH	8,1	8,2	8,1
Oxygène dissous (mg/L)	10,92	9,75	9,37
Oxygène dissous (%)	91,0	81,5	83,0
Transparence (m)	0,1	0,1	0,4
Turbidité (UTN)	23,43	7,29	7,79
Profondeur totale (m)	<1	<1	<1

#### 4.2.2.2 Milieu biophysique

En 2020, trois secteurs distincts ont été inventoriés, soit le ruisseau Patenaude (tronçons 1a et b; tableau 20; photos 22 et 23), le ruisseau Boyce-Gervais (tronçon 2; photo 24 et 25) et le cours d'eau représentant leur jonction, appelé ici Embouchure Patenaude-Boyce (tronçons 3a, b et c; photos 26 à 29). Le ruisseau Fairbanks a quant à lui été inventorié en 2021 (tronçon 4a et 4b, photos 30 et 31).

La caractérisation du ruisseau Patenaude a été réalisée le long de deux tronçons homogènes: le tronçon le plus en amont mesure 140 m (tronçon 1a, carte 4) (photo 22) tandis que le second, situé en aval jusqu'à la confluence du ruisseau Boyce-Gervais, mesure un peu plus de 100 m (tronçon 1b, carte 4; photo 23). L'amont du ruisseau Patenaude est caractérisé par un substrat fin d'argile et de limon (80 % et 2 %), d'une profondeur moyenne de 0,1 m et d'une vitesse d'écoulement quasi nulle (0,03 m/s). La végétation aquatique recouvre 15 % du lit du cours d'eau et est dominée par des plantes aquatiques émergentes telles que la pontédérie cordée (*Pontederia cordata*). Le tronçon aval est aussi composé d'argile (65 %) et de limon (35 %). La profondeur moyenne est de 0,35 m et la vitesse d'écoulement y est nulle (0 m/s). Les herbiers aquatiques couvrent 40 % du lit du cours d'eau ; ils sont principalement submergés et composés de myriophylle. Toutefois, quelques plantes aquatiques émergentes sont aussi présentes au niveau des berges : la pontédérie cordée (*Pontederia cordata*), la sagittaire à larges feuilles (*Sagittaria latifolia*) et la quenouille à feuilles étroites (*Typha angustifolia*). Bien que la végétation riveraine soit semblable en amont et en aval, la portion aval présentait des berges plus abruptes et érodées, surtout en rive droite qui était bordée par un champ agricole. La berge gauche était quant à elle bordée par des arbres matures avec un sous-étage herbacé important (tableau 20).

Le ruisseau Boyce-Gervais, situé à l'ouest du rang de la Barbotte, a été caractérisé sur une longueur de 90 m. Ce cours d'eau rectiligne peu profond (photo 24) ne constitue pas un habitat propice pour le poisson. Le substrat est composé d'argile et de limon (70 % et 30 %), la vitesse de courant y est nulle (0 m/s), la végétation aquatique y est absente et l'eau y est turbide. De plus, le ruisseau est asséché en amont du tronçon caractérisé.

Tableau 20 : Caractéristiques des tronçons homogènes observés dans les tributaires

N° Tronçon	Tronçon homogène	Long. du tronçon (m)	Prof. moy. (m)	Vitesse moy. (m/s)	Largeur mouillée moy. (m)	Herbiers aquatiques				Composition du substrat	Berges			
						Recouvrement (%)	Espèce dominante	Espèce sous-dominante	Type /abondance-dominance <sup>A</sup>		Végétation riveraine	Hauteur talus (m)	Pente talus (°)	Commentaires
1a	Ruisseau Patenaude amont	139,84	0,10	0,03	1	15	Pontédérie cordée	Myriophylle sp.	T3/1, T1/1	20 % limon 80 % argile	Herbacée 100 %; Arbustive 0 %; Arborescente 2 %	1,5	15	Berge stable
1 b	Ruisseau Patenaude aval	101,29	0,25	0	2	40	Myriophylle sp.	Pontédérie cordée, Sagittaire à larges feuilles, quenouilles à feuilles étroites	T1/1, T3/1	35 % limon 65 % argile	Herbacée 100 %; Arbustive 0 %; Arborescente 2 %	1,2	70	Berge érodée
2	Ruisseau Boyce-Gervais	103,14	0,15	0	2	0	-	-	-	30 % limon 70 % argile	Herbacée 50 %; Arbustive 0 %; Arborescente 100 %	1,5	50	Berge stable, ruisseau asséché en amont du tronçon (90 m) caractérisé
3a	Ruisseaux Pat/Boyce	158,54	0,40	0	7	0	-	-	-	40 % limon 60 % argile	Herbacée 20 %; Arbustive 5 %; Arborescente 100 %	0,8	40	Berge érodée, à la sortie du ponceau côté est de la route
3 b	Ruisseaux Pat/Boyce	37,78	0,80	0	5	50	Quenouilles à feuille large	-	T3/5	40 % limon 60 % argile	Herbacée 30 %; Arbustive 10 %; Arborescente 100 %	0,4	5	Berge stable, ruisseau coulant dans les quenouilles
3c	Ruisseaux Pat/Boyce	41,82	0,15	0	2	40	Quenouilles à feuille étroite	Rubaniar, grand nénuphar jaune	T3/2, T1/1	40 % limon 60 % argile	Herbacée 100 %; Arbustive 0 %; Arborescente 0 %	0,3	5	Berge stable, jonction entre le ruisseau et la rivière Richelieu, ruisseau coulant dans les quenouilles
4a	Ruisseau Fairbanks (amont)	99,86	0,65	0	10	90	Élodée du Canada	Lentille sp., Sagittaire sp., Renouée persicaire, rubaniar sp.	T1/5, T2/2, T3/3	90 % argile 9 % gravier 1 % blocs	Herbacée 70 %; Arbustive 10 %; Arborescente 70 %	0,5 RD 1,3 RG	5	Berge stable, enrochement en rive gauche et milieu naturel humide en crue printanière en rive droite
4 b	Ruisseau Fairbanks (aval/embouchure)	66,23	0,83	0	7,3	0	-	-	-	25 % argile 20 % galets 55 % blocs	Herbacée 50 %; Arbustive 10 %; Arborescente 95 %	1,5	57	Berge stable avec érosion en rive gauche, enrochement en rive droite

<sup>A</sup> : T1 = Herbiers à plantes submergées; T2 = herbier à plantes flottantes; T3 = herbier à plantes émergentes. Les cotes de recouvrement sont attribuées comme suit : 0 = Aucun herbier, R = Quelques rares individus; + = Moins de 1 %; 1 = de 1 à 5 %; 2 = de 6 à 25 %; 3 = de 26 à 50 %; 4 = de 51 à 75 %; 5 = de 76 à 100 % (voir tableau 3). RD : rive droite; RG : rive gauche

Ces deux cours d'eau se rejoignent avant de passer sous la route via un ponceau sous le rang de la Barbotte. À partir du côté est de la route, trois tronçons homogènes ont été répertoriés (tronçon 3a, 3 b et 3c; carte 4). Le tronçon 3a (photo 26) représente le bassin créé par le ponceau. Ce segment est large et dépourvu de végétation aquatique. Le substrat est composé d'argile et de limon (60 % et 40 %) et la vitesse du courant y est nulle (0 m/s). La hauteur et les pentes du talus sont importantes étant donné la présence de l'enrochement ayant permis la stabilisation du ponceau. Le restant de ce tronçon se trouve dans une forêt mature. Ce faisant, la berge y est stable. Le tronçon 3 b (photo 27) se situe à la sortie de la forêt, où l'espèce végétale dominante devient la quenouille à feuilles larges (*Typha latifolia*). Les tronçon 3 b et 3c sont séparés par un barrage de castor inactif (photo 28). Après le barrage, soit au niveau du tronçon 3c, la quenouille à feuille étroite (*Typha angustifolia*) et le rubanier (*spargaium sp*) deviennent dominantes tandis que le nénuphar (*Nuphar sp.*) fait son apparition. Le cours d'eau se jette ensuite dans la rivière Richelieu.

La caractérisation du ruisseau Fairbanks a été réalisée le long de deux segments homogènes répartis en amont (99,9 m) et en aval (66,23 m) du ponceau du chemin de la barbotte. L'amont du ruisseau Fairbanks (tronçon 4a; photo 30) est caractérisé par un cours d'eau calme, rectiligne, d'un substrat fin (90 % argile), d'une profondeur moyenne de 0,65 m et d'une largeur mouillée de 10 m. La rive gauche est caractérisée par une pente abrupte et d'un talus relativement haut formé d'un enrochement de blocs. Un milieu anthropisé ainsi qu'un chemin de gravier surplombe le talus. La rive droite quant à elle est caractérisée par un talus de 0,5 m avec une très faible pente bordant la réserve écologique Samuel de Champlain. Ce milieu humide forme un marécage lors des crues printanières et est dominé par une végétation arborescente et arbustive dominée par l'érable argenté (*Acer saccharinum*). La végétation aquatique couvre 90 % du lit du cours d'eau, formant d'importants herbiers à plantes submergées, flottantes et émergentes. Les espèces dominantes sont l'élodée du Canada et la lentille d'eau (*Lemna minor*). L'aval du ruisseau Fairbanks (tronçon 4 b; photo 31), soit son embouchure avec la rivière Richelieu, est caractérisé par un cours d'eau rectiligne d'une profondeur moyenne de 0,83 m et d'une largeur de 7,3 m. Le substrat de ce tronçon est composé de blocs (55 %), d'argile (25 %) et de galets (20 %). La hauteur et les pentes du talus en rive droite sont importantes en raison de la présence d'un enrochement de blocs. La rive droite présentait des signes d'érosion à certains endroits et ce malgré la présence d'un milieu forestier mature dominé par l'érable argenté. La végétation aquatique est absente du lit du ruisseau.



**Photo 22 :** Ruisseau Patenaude, amont (tronçon 1a)



**Photo 23 :** Ruisseau Patenaude, aval (tronçon 1 b)



**Photo 24 : Ruisseau Boyce-Gervais, aval (tronçon 2)**



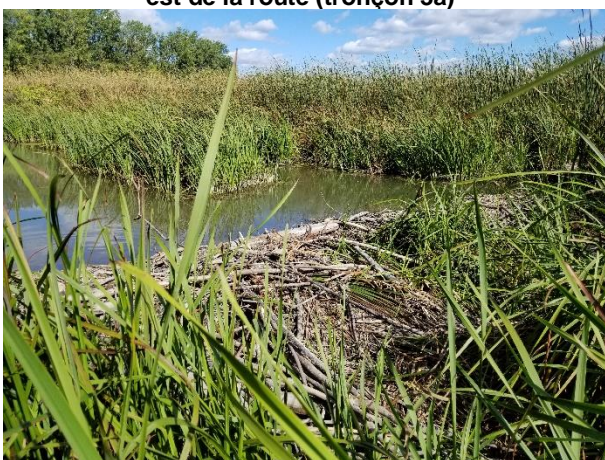
**Photo 25 : Jonction entre les ruisseaux Patenaude et Boyce-Gervais, côté ouest de la route**



**Photo 26 : Embouchure Patenaude-Boyce, , côté est de la route (tronçon 3a)**



**Photo 27 : Embouchure Patenaude-Boyce, (tronçon 3 b)**



**Photo 28 : Barrage de castor inactif séparant les tronçons 3 b et 3c**



**Photo 29 : Embouchure Patenaude-Boyce, (tronçon 3c)**



**Photo 30 : Ruisseau Fairbanks, amont  
(tronçon 4a)**



**Photo 31 : Ruisseau Fairbanks, aval  
(tronçon 4 b)**



**Photo 32 : Ruisseau Fairbanks, 500m en amont  
de l'embouchure**

#### **4.2.2.3 Habitat du poisson**

Les habitats de reproduction, de croissance et d'alevinage, ainsi que ceux dédiés à l'alimentation ont été délimités par les caractéristiques spécifiques de chacun des habitats homogènes. Les stades de développement des captures (section 4.3.1) ont permis de confirmer que ces habitats étaient fréquentés par différentes espèces selon leur stade de vie. Les habitats sont délimités et représentés à la carte 4.

#### **Embouchure Patenaude et Boyce-Gervais**

Aucun habitat de fraie ni d'alevinage n'a pu être confirmé pour ces sections du tributaire. Toutefois, la présence de plantes aquatiques émergentes dans le second et troisième tronçon pourrait potentiellement être un habitat adéquat pour le fraie de la perchaude et du grand brochet. De plus, plusieurs petites espèces de cyprinidés ont été capturées dans les trois tronçons, ce qui confirme la présence d'un habitat d'alimentation pour celles-ci.

#### **Ruisseau Patenaude**

La fraie du grand brochet a été confirmée dans les deux tronçons au travers de la végétation aquatique émergente et dense en rive droite. Au total, 28 œufs ont été récoltés dans ce secteur. De plus, des géniteurs de grands brochets prêts à frayer ont été capturés dans la portion aval du ruisseau Patenaude, à la confluence avec le ruisseau Boyce-Gervais en avril 2021.

Le substrat fin et la présence de végétation aquatique dans le ruisseau Patenaude en font un habitat propice d'alimentation, de fraie et d'alevinage pour les espèces phytolithophiles et phytophiles comme la perchaude, le poisson-castor, l'ombre de vase (*Umbra limi*) et le fondule barré.

## Ruisseau Fairbanks

La fraie du grand brochet a été confirmée dans le second tronçon, principalement en rive droite en amont du ponceau. Au total, 93 œufs ont été récoltés (en avril) dans ce secteur. De plus, des géniteurs de grands brochets prêts à frayer ont été capturés (avril) dans le premier tronçon, à la hauteur du ponceau ; ceux-ci remontaient probablement jusqu'au lieu de fraie en amont de ce ponceau. La frayère semble s'étendre à l'intérieur de la réserve de biodiversité projetée Samuel-De Champlain dans la végétation aquatique émergente et dense. Plusieurs larves de grand brochet et d'ombre de vase ont été retrouvées dans le premier tronçon, permettant de qualifier ce dernier d'aire d'alevinage pour ces deux espèces. L'abondance des plantes aquatiques et la dominance des substrats fins dans le tronçon en amont du rang de la Barbotte présentent ainsi un habitat d'alimentation, de fraie et d'alevinage favorable aux espèces phytolithophiles d'eau calme et phytophiles de faible profondeur, comme la perchaude, le poisson-castor et le fondule barré.

Enfin, plus loin en amont, soit à près de 500 m de l'embouchure, le ruisseau quitte le milieu forestier pour passer en milieu agricole (photo 32). D'autres stations de caractérisation ont également été établies sur le ruisseau Fairbanks dans le cadre des inventaires de traversées de cours d'eau (CE60-1 à CE60-3, HQ, 2022r). La station CE60-1, positionnée en milieu agricole, a révélé un habitat à potentiel moyen pour la fraie, l'alimentation et l'alevinage de cyprinidés et d'autres petites espèces, en lien avec les herbiers aquatiques observés à cet endroit.

### 4.3 Inventaires des espèces aquatiques utilisant la rivière Richelieu et les trois tributaires de la zone d'étude

#### 4.3.1 Ichtyofaune

Au total, 16 300 poissons répartis en 32 espèces différentes ont été capturés dans la rivière Richelieu et ses tributaires en 2020 et 2021. Parmi ceux-ci, 14 395 ont été capturés ou observés dans la rivière Richelieu, alors que 1 905 ont été échantillonnés dans les tributaires (ruisseaux Fairbanks, Patenaude, Boyce-Gervais et leur embouchure).

Les poissons de la famille des percidés représentaient 41 % des captures totales, suivis par les cyprinidés (27 %), les centrarchidés (16 %), les fundilidés (10 %), les clupéidés (3 %) et finalement, les athérinidés (1 %). Les autres familles représentaient moins de 1 % des captures totales. Étant donné que les habitats présents dans les tributaires et la rivière Richelieu sont totalement différents, ces résultats sont présentés de manière séparée.

##### 4.3.1.1 Rivière Richelieu

Parmi les 14 338 poissons capturés dans la rivière Richelieu, 12 167 provenaient de la rive gauche, 105 du centre de la rivière et 2 066 de la rive droite (tableau 21). Les observations fortuites faites à partir de la caméra sous-marine ont permis de répertorier un total de 13 poissons supplémentaires, soit neuf en rive gauche, trois au centre de la rivière, ainsi qu'un en rive droite. Toutes espèces confondues, la seine a été l'engin le plus efficace en termes de capture de poisson, suivi par la trappe Alaska. Selon les données obtenues, plus de poissons étaient capturés par unité d'effort sur la rive gauche comparativement à la rive droite. Plusieurs facteurs peuvent expliquer ce résultat. Par exemple, l'anthropisation plus marquée de la berge en rive droite, offrant moins de refuges pour les poissons. La plus grande diversité d'habitats présents en rive gauche, avec des herbiers plus denses, la présence de plantes émergentes et submergées pourrait également avoir contribué au plus grand succès de pêche en rive gauche qu'en rive droite.

Lors des quatre campagnes de terrain, quatre engins de pêche différents ont été utilisés dans la rivière Richelieu, soit les trappes Alaska (n=31), les verveux (n=25), les filets maillants (n=37), la seine de rivage (n=50) et la pêcheuse électrique en embarcation (n=5) (tableau 9 et 22). Le détail des captures effectuées dans chacun des engins de pêche est présenté dans le tableau 22. Les observations faites à l'aide de la caméra sous-marine (n=34), du filet troubleau (n=26) et du bathyscope (n=15) sont rapportées dans le nombre de captures (tableau 21), mais n'ont pas été comptabilisées dans l'occurrence des observations ni dans le rendement de pêche étant donné que l'effort de pêche n'était pas standardisé (tableau 22).

Pour chaque engin de pêche, l'occurrence représente le pourcentage de station pêchée renfermant une espèce donnée. Dans la rivière Richelieu, les espèces les plus répandues étaient la perchaude, présente dans 63 % des stations pêchées, tout engin de pêche confondu, suivie par les centrarchidés, notamment le crapet-soleil (44 %), le crapet de roche (32 %), le méné à museau arrondi (29 %) et le fondule barré (28 %) (tableau 22). L'anguille d'Amérique, une espèce susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable au Québec, a été retrouvée dans 6 stations de trappes Alaska sur un total de 31 stations pêchées par cet engin dans la zone d'étude (carte 3 et 4).

Parmi les espèces exotiques envahissantes capturées, le gardon rouge (*Scardinius erythrophthalmus*) a également été trouvé à différentes stations dans toute la zone d'étude. Cette espèce était présente dans 11 % des engins de pêche. Seulement quatre tanches (*Tinca tinca*) ont été trouvées, soit deux dans le même filet maillant (P48; carte 3) situé au centre de la rivière Richelieu, en zone plus profonde (5 m), un autre individu a été trouvé dans une nasse (P123; carte 3) et à la pêche électrique en embarcation (P176; carte 3).

L'abondance relative des espèces de poissons capturées montre une dominance de perchaude, de fondule barré, de méné à museau arrondi et de crapet soleil, représentant respectivement 42 %, 11 %, 10 % et 10 % des captures totales. Les différentes méthodes utilisées dans le contexte de la présente étude étaient complémentaires, permettant d'échantillonner à différentes profondeurs. Par exemple, la seine a été utilisée en zone peu profonde, permettant de capturer de petites espèces telles que le crayon d'argent, le méné jaune, le fondule barré et les raseux de terre noir et gris, qui étaient peu présentes ou absentes dans les autres engins de pêche. Le tableau 23 présente les statistiques descriptives de longueur des poissons capturés dans la rivière Richelieu.

Soulignons que les habitats composés de substrat fin et de végétation aquatique submergée (section 3.3.1) sont utilisés dans le cas présent par l'anguille d'Amérique. Les 6 spécimens mesurés (sur un total de 9 capturés ou observés) avaient une taille moyenne de 582 mm (min : 480 mm; max : 690 mm). À titre comparatif, la longueur moyenne des jeunes anguilles en montaison dans la passe migratoire au barrage de Chambly était en 2020 de 320 mm (min : 206 mm, max : 587 mm).





Tableau 21 : Nombre de poissons capturés par engin de pêche ou observés à la caméra dans les différents secteurs de la rivière Richelieu en 2020 et 2021

Secteur	Trappe Alaska			Verveux			Filet maillant			Seine			Pêche électrique embarcation			Caméra sous-marine	Troubleau	Bathy-scope	Total
	Temps de pêche (h)	Poissons (n)	CPUE (n/h)	Temps de pêche (h)	Poissons (n)	CPUE (n/h)	Temps de pêche (h)	Poissons (n)	CPUE (n/h)	Coups de seine (n)	Poissons (n)	CPUE (n/seine)	Mètre linéaire (m) / Temps de pêche (min)	Poissons (n)	CPUE (n/m) / (n/min)	Poissons (n)	Poissons (n)	Poissons (n)	Poissons (n) <sup>A</sup>
Rive gauche	522,78	5 931	11,35	243,53	168	0,69	37,12	43	1,16	31	5 937	191,52	3 756,07 / 98	88	0,02 / 0,90	9	24	20	12 220
Centre	-	-	-	-	-	-	27,18	105	3,86	-	-	-	-	-	-	3	-	-	108
Rive droite	133,28	464	3,48	41,77	8	0,19	14,88	10	0,67	14	1 577	112,64	3 218,77 / 49	7	0,00 / 0,14	1	-	-	2 067
<b>Total</b>	<b>656,07</b>	<b>6 395</b>	<b>9,75</b>	<b>285,30</b>	<b>176</b>	<b>0,62</b>	<b>79,18</b>	<b>158</b>	<b>2,00</b>	<b>45</b>	<b>7 514</b>	<b>166,98</b>	<b>6 974,84 / 147</b>	<b>95</b>	<b>0,01 / 0,65</b>	<b>13</b>	<b>24</b>	<b>20</b>	<b>14 395</b>

Note : Les captures d'alevin, de juvéniles et des poissons adultes ont été comptabilisés dans ce tableau. Les captures d'œufs n'ont pas été comptabilisées.



Tableau 23 : Statistiques descriptives de la longueur (mm) des poissons capturés dans la rivière Richelieu en 2020 et 2021

Famille	Espèce			Nombre de poissons (n)			Statistiques descriptives - longueur totale (mm)					
	Nom commun	Nom scientifique	Code	Capturés	Mesurés	% mesurés	I.C.I. <sup>A</sup>	Moy.	I.C.S. <sup>A</sup>	Min.	Médiane	Max.
Amiidae	Poisson-castor	<i>Amia calva</i>	AMCA	44	43	97,7	621,8	641,4	661	450	645	739
Anguillidae	Anguille d'Amérique	<i>Anguilla rostrata</i>	ANRO	9	6	66,7	511,7	581,5	651,3	480	580	690
Atherinopsidae	Crayon d'argent	<i>Labidesthes sicculus</i>	LASI	183	91	49,7	53,2	59,7	59,8	37	60	78
Catostomidae	Meunier noir	<i>Catostomus commersonii</i>	CACO	4	3	75	NA	375,0	NA	196	385	544
Centrarchidae	Achigan à grande bouche	<i>Micropterus salmoides</i>	MISA	175	120	68,6	77,1	82,3	84,9	33	80	140
	Achigan à petite bouche	<i>Micropterus dolomieu</i>	MIDO	67	53	79,1	89,6	128,4	155,7	38	76	491
	Crapet arlequin	<i>Lepomis macrochirus</i>	LEMA	372	100	26,9	74,1	82,4	90,6	28	68,5	182
	Crapet de roche	<i>Ambloplites rupestris</i>	AMRU	211	164	77,7	118,7	126,7	134,7	39	124	240
	Crapet soleil	<i>Lepomis gibbosus</i>	LEGI	1 378	543	39,4	94,7	98,3	102	28	85	251
	Marigane noire	<i>Pomoxis nigromaculatus</i>	PONI	215	80	37,2	183	197,2	211,3	31	220	295
Clupeidae	Gaspereau	<i>Alosa pseudoharengus</i>	ALPS	470	67	14,3	70,9	73,6	76,4	55	71	126
	Alose sp	<i>Alosa sp</i>		17	0	0	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Cyprinidae	Gardon rouge	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	SCER	35	32	91,4	311,2	331,3	351,5	93	339,5	411
	Méné à museau arrondi	<i>Pimephales notatus</i>	PINO	1 489	256	17,2	57,8	59,4	61	22	60	87
	Méné à queue tachée	<i>Notropis hudsonius</i>	NOHU	8	8	100	51,3	64,0	76,7	43	65,5	84
	Méné bleu	<i>Cyprinella spiloptera</i>	CYSI	36	32	88,9	63,6	67,4	71,2	43	68,5	90
	Méné d'argent	<i>Hybognathus regius</i>	HYRE	32	31	96,9	76,6	81,2	85,7	55	85	100
	Méné émeraude	<i>Notropis atherinoides</i>	NOAT	225	66	29,3	80,2	83,0	85,8	57	85,5	106
	Méné jaune	<i>Notemigonus crysoleucas</i>	NOCR	1 164	348	29,9	66,7	69,2	71,7	26	61	162
	Méné pâle	<i>Notropis volucellus</i>	NOVO	5	5	100	45,7	53,6	61,5	48	50	61
	Mulet à cornes	<i>Semotilus atromaculatus</i>	SEAT	1	1	100	NA	71,0	NA	71	71	71
Tanche	<i>Tinca tinca</i>	TITI	3	3	100	NA	491,3	NA	454	500	520	
Esocidae	Grand brochet	<i>Esox lucius</i>	ESLU	13	7	53,8	120,6	276,9	433,1	57	315	512
Fundulidae	Fondule barré	<i>Fundulus diaphanus</i>	FUDI	1 564	272	17,4	51,5	53,4	55,3	23	53	95
Ictaluridae	Barbotte brune	<i>Ameiurus nebulosus</i>	AMNE	58	57	98,3	243,8	271,6	292,8	50	309	355
Moronidae	Baret	<i>Morone americana</i>	MOAM	2	2	100	NA	88,0	NA	86	88	90
Percidae	Fouille-roche zébré	<i>Percina caprodes</i>	PECA	17	15	88,2	79	88,3	97,7	66	88	116
	Perchaude	<i>Perca flavescens</i>	PEFL	6 047	604	10	114,8	119,2	123,7	31	100	277
	Raseux-de-terre gris	<i>Etheostoma olmstedi</i>	ETOL	497	76	15,3	49,6	52,8	56	28	51	88
	Raseux-de-terre noir	<i>Etheostoma nigrum</i>	ETNI	27	24	88,9	52,1	58,2	64,3	30	59,5	80
Petromyzontidae	Lamproie marine	<i>Petromyzon marinus</i>	PEMA	1	1	100	NA	535,0	NA	535	535	535
Umbridae	Umbre de vase	<i>Umbra limi</i>	UMLI	1	1	100	NA	71,0	NA	71	71	71
	Inconnu			42	3	7,1	NA	107,0	NA	50	60	211
Total				14 395	3 114	21,6	-	-	-	-	-	-

A : I.C.I = Intervalle de confiance inférieur (95 %); I.C.S = Intervalle de confiance supérieur (95 %).

Note : Les captures d'alevin, de juvéniles et des poissons adultes ont été comptabilisés dans ce tableau. Les captures d'œufs n'ont pas été comptabilisées., Les intervalles de confiance n'ont pu être pour certaines espèces en raison d'un n d'individus mesurés trop petit.



#### 4.3.1.2 Tributaires (ruisseaux Patenaude, Boyce-Gervais et leur embouchure)

L'inventaire ichtyologique dans les tributaires effectué en 2020 a été fait en deux temps. Dans un premier lieu, les ruisseaux Patenaude et Boyce-Gervais ont été pêchés à l'électricité sur une distance respective de 200 m et de 90 m. Par la suite, trois coups de seine ont été donnés dans l'embouchure des ruisseaux Patenaude et Boyce-Gervais, du côté est de la route (carte 3).

L'inventaire ichtyologique des tributaires en 2021 a été effectué à l'aide de nasses, de verveux et de troubleau dans les ruisseaux Patenaude, Boyce-Gervais et Fairbanks. Deux coups de seine supplémentaires ont été effectués dans le ruisseau Fairbanks puisqu'il n'avait pas fait l'objet d'inventaires en 2020.

Le ruisseau Patenaude comptait 210 individus au total appartenant à 18 espèces différentes, le ruisseau Boyce-Gervais comptait 715 individus de 15 espèces différentes alors que le ruisseau Fairbanks comptait 175 individus de 11 espèces différentes (tableau 24). De plus, 805 individus de 6 espèces ont été capturés à l'embouchure du ruisseau Patenaude et Boyce-Gervais.

L'abondance relative des espèces de poissons capturés montre une dominance de méné bleu, du méné jaune, du crapet soleil et du méné à queue tachée (*Notropis hudsonius*), représentant respectivement 40 %, 16 %, 12 % et 12 % des captures totales des tributaires (tableau 24). Les différentes méthodes utilisées dans le contexte de la présente étude étaient complémentaires, permettant d'échantillonner à différentes profondeurs. Par exemple, la seine a été utilisée en pour les espèces de fond, tandis que les verveux, les nasses et la pêcheuse électrique ont été utilisées pour toutes les autres espèces.

Près de la moitié (44 %) des individus capturés dans les tributaires et leur embouchure ont été mesurés. Le tableau 25 présente les statistiques descriptives de longueur des poissons capturés dans les tributaires de la rivière Richelieu. Les poissons étaient de petite taille; le plus gros spécimen étant une perchaude de 116 mm. La moyenne des longueurs variait entre 41 mm (fondule barré) et 92 mm (meunier noir).



Tableau 24 : Nombre de captures de poissons dans les tributaires et leur embouchure en 2020 et 2021

Famille	Espèce			Ruisseau Patenaude		Ruisseau Boyce-Gervais		Embouchure Patenaude/Gervais		Ruisseau Fairbanks		Total	
	Nom commun	Nom scientifique	Code	Nombre de captures (n)	Abondance relative (%)	Nombre de captures (n)	Abondance relative (%)	Nombre de captures (n)	Abondance relative (%)	Nombre de captures (n)	Abondance relative (%)	Nombre de captures (n)	Abondance relative (%)
Anguillidae	Anguille d'Amérique	<i>Anguilla rostrata</i>	ANRO							1	0,6	1	0,1
Catostomidae	Meunier noir	<i>Catostomus commersonii</i>	CACO	6	2,9	19	2,7					25	1,3
Centrarchidae	Crapet de roche	<i>Ambloplites rupestris</i>	AMRU	1	0,5	4	0,6					5	0,3
	Crapet soleil	<i>Lepomis gibbosus</i>	LEGI	72	34,3	50	7,0			105	60,0	227	11,9
	Crapet arlequin	<i>Lepomis macrochirus</i>	LEMA							1	0,6	1	0,1
	Achigan à grande bouche	<i>Micropterus salmoides</i>	MISA	5	2,4			2	0,2			7	0,4
	Marigane noire	<i>Pomoxis nigromaculatus</i>	PONI		0,0					2	1,1	2	0,1
Cyprinidae	Méné bleu	<i>Cyprinella spiloptera</i>	CYSI	27	12,9	13	1,8	715	88,8			755	39,6
	Méné d'argent	<i>Hybognathus regius</i>	HYRE	1	0,5	3	0,4					4	0,2
	Méné à nageoires rouges	<i>Luxilus comutus</i>	LUCO	3	1,4							3	0,2
	Méné jaune	<i>Notemigonus crysoleucas</i>	NOCR	17	8,1	265	37,1	3	0,4	15	8,6	300	15,7
	Méné émeraude	<i>Notropis atherinoides</i>	NOAT	1	0,5							1	0,1
	Méné à queue tachée	<i>Notropis hudsonius</i>	NOHU					220	30,8			220	11,5
	Méné pâle	<i>Notropis volucellus</i>	NOVO	1	0,5							1	0,1
	Méné à museau arrondi	<i>Pimephales notatus</i>	PINO	10	4,8	30	4,2	35	4,3			75	3,9
	Gardon rouge	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	SCER	3	1,4							3	0,2
	Mulet à cornes	<i>Semotilus atromaculatus</i>	SEAT	2	1,0	4	0,6					6	0,3
	Tanche	<i>Tinca tinca</i>	TITI			1	0,1					1	0,1
Esocidae	Grand brochet	<i>Esox lucius</i>	ESLU	2	1,0	2	0,3			7	4,0	11	0,6
Fundulidae	Fondule barré	<i>Fundulus diaphanus</i>	FUDI	20	9,5	22	3,1	1	0,1	1	0,6	44	2,3
Ictaluridae	Barbotte brune	<i>Ameiurus nebulosus</i>	AMNE	6	2,9	51	7,1			1	0,6	58	3,0
Percidae	Raseux-de-terre gris	<i>Etheostoma olmstedi</i>	ETOL	5	2,4	10	1,4	40	5,0			55	2,9
	Perchaude	<i>Perca flavescens</i>	PEFL	28	13,3	21	2,9	9	1,1	32	18,3	90	4,7
Umbriidae	Umbre de vase	<i>Umbra limi</i>	UMLI							10	5,7	10	0,5
<b>Total</b>				<b>210</b>	<b>100,0</b>	<b>715</b>	<b>100,0</b>	<b>805</b>	<b>100,0</b>	<b>175</b>	<b>100,0</b>	<b>1905</b>	<b>100,0</b>

Note : Les captures d'alevin, de juvéniles et des poissons adultes ont été comptabilisés dans ce tableau. Les captures d'œufs n'ont pas été comptabilisées.





**Tableau 25 : Statistiques descriptives de la longueur des poissons capturés dans les tributaires en 2020 et 2021**

Familie	Espèce			Nombre de poissons (n)			Statistiques descriptives - longueur totale (mm)					
	Nom commun	Nom scientifique	Code	Capturés	Mesurés	% mesurés	I.C.I. <sup>A</sup>	Moy.	I.C.S. <sup>A</sup>	Min.	Médiane	Max.
Anguillidae	Anguille d'Amérique	<i>Anguilla rostrata</i>	ANRO	1	1	100	NA	712,0	NA	712	712	712
Catostomidae	Meunier noir	<i>Catostomus commersonii</i>	CACO	25	25	100	138,3	149,0	159,8	92	147	227
Centrarchidae	Achigan à grande bouche	<i>Micropterus salmoides</i>	MISA	7	7	100	64,7	78,0	91,3	63	74	98
	Crapet arlequin	<i>Lepomis macrochirus</i>	LEMA	1	1	100	NA	150,0	NA	150	150	150
	Crapet de roche	<i>Ambloplites rupestris</i>	AMRU	5	5	100	96,2	152,6	209	85	178	193
	Crapet soleil	<i>Lepomis gibbosus</i>	LEGI	227	227	100	89,3	93,6	97,8	39	89	166
	Marigane noire	<i>Pomoxis nigromaculatus</i>	PONI	2	2	100	NA	119,5	NA	69	119,5	170
Cyprinidae	Gardon rouge	<i>Scardinus erythrophthalmus</i>	SCER	3	3	100	NA	102,3	NA	97	100	110
	Méné à museau arrondi	<i>Pimephales notatus</i>	PINO	75	75	100	43,1	46,7	50,3	22	40	79
	Méné à nageoires rouges	<i>Luxilus cornutus</i>	LUCO	3	3	100	NA	92,0	NA	89	93	94
	Méné à queue tachée	<i>Notropis hudsonius</i>	NOHU	220	15	6,8	35,1	44,0	52,9	24	36	75
	Méné bleu	<i>Cyprinella spiloptera</i>	CYSI	755	111	14,7	62,7	64,5	66,4	41	65	84
	Méné d'argent	<i>Hybognathus regius</i>	HYRE	4	4	100	40,2	57,3	74,3	48	54,5	72
	Méné émeraude	<i>Notropis atherinoides</i>	NOAT	1	1	100	NA	89,0	NA	89	89	89
	Méné jaune	<i>Notemigonus crysoleucas</i>	NOCR	300	85	28,3	78,7	84,9	91,1	48	82	182
	Méné pâle	<i>Notropis volucellus</i>	NOVO	1	1	100	NA	45,0	NA	45	45	45
	Mulet à cornes	<i>Semotilus atromaculatus</i>	SEAT	6	6	100	32,8	101,3	169,9	40	96	169
Tanche	<i>Tinca tinca</i>	TITI	1	1	100	NA	110,0	NA	110	110	110	
Esocidae	Grand brochet	<i>Esox lucius</i>	ESLU	11	9	81,8	455,8	502,8	549,7	402	511	591
Fundulidae	Fondule barré	<i>Fundulus diaphanus</i>	FUDI	44	44	100	51,1	56,0	60,8	31	55,5	81
Ictaluridae	Barbotte brune	<i>Ameiurus nebulosus</i>	AMNE	58	58	100	74,8	92,1	109,5	48	71,5	329
Percidae	Perchaude	<i>Perca flavescens</i>	PEFL	90	90	100	71,1	74,7	78,3	46	70,5	136
	Raseux-de-terre gris	<i>Etheostoma olmstedii</i>	ETOL	55	55	100	46,6	48,8	51,1	37	46	73
Umbridae	Umbre de vase	<i>Umbra limi</i>	UMLI	10	6	60	20,5	22,3	24,2	21	21,5	25
Total				1 905	835	43,8	-	-	-	-	-	-

A : I.C.I = Intervalle de confiance inférieur (95 %) ; I.C.S = Intervalle de confiance supérieur (95 %).

Note : Les captures d'alevin, de juvéniles et des poissons adultes ont été comptabilisés dans ce tableau. Les captures d'œufs n'ont pas été comptabilisées. Les intervalles de confiance n'ont pu être pour certaines espèces en raison d'un n d'individus mesurés trop petit.

### 4.3.2 Mulettes

Lors de l'inventaire des moules d'eau douce, deux campagnes de terrain a eu lieu, l'une à l'automne 2020 et une seconde en juillet 2021 afin de raffiner le résultat en rive gauche. Selon la profondeur inventoriée, deux méthodes distinctes ont été utilisées (transects à pied en eau peu profonde, transects par caméra en eau profonde). Toutefois, compte tenu de la réalité du niveau de l'eau, seulement des transects par caméra ont été effectués en 2021. La distribution, la composition spécifique et l'abondance des espèces inventoriées ont permis d'établir un portrait de la communauté de moules d'eau douce dans la zone d'étude.

Des transects à pied, parallèles à la rive, ont permis d'inventorier la communauté de mulettes en eau peu profonde. La densité moyenne de mulettes déterminée à l'aide de cette méthode d'inventaire a été de 0,08 spécimen vivant/m<sup>2</sup>. L'effort d'échantillonnage pour les deux rives représente 11h48 heures-personnes (h-p) de recherche active. Davantage d'effort a été consacré en rive gauche (8h08 h-p), au niveau de la zone projetée de la ligne de transport électrique. Les inventaires se sont échelonnés sur une période de trois jours, soit entre le 14 et le 18 septembre 2020. L'effort consacré à la rive droite a été plus faible, soit 3h40 h-p, et ce, sur une seule journée soit le 19 septembre 2020. La superficie couverte pour l'ensemble des transects à pied a été de 3 788,16 m<sup>2</sup> et les 15 transects parcourus ont totalisé 1 548,53 m linéaires (tableau 26). La rive gauche est celle où la plus grande superficie a été couverte, soit 1 962,28 m<sup>2</sup> pour un total de 939,9 m répartis en 9 transects. La profondeur moyenne des inventaires sur cette rive était de 0,43 m. La rive droite a fait l'objet d'une plus petite couverture en termes de superficie, soit 1 825,88 m<sup>2</sup> pour un total 608,63 m linéaires répartis sur 6 transects. La profondeur moyenne des transects de la rive droite était de 0,31 m. La présence de moules zébrée a été observée dans chacun des transects. Ces dernières étaient présentes en grande quantité dans toute la zone d'étude. Les détails pour chacun des secteurs, ainsi que les tracés, sont présentés dans le tableau 26 ainsi que sur la carte 3.

Des transects-caméra parallèles au talweg de la rivière Richelieu ont permis d'inventorier la population de mulettes en eau profonde. Cette méthode d'inventaire a permis d'approximer la densité de mulettes à 0,01 spécimen vivant/m<sup>2</sup> pour l'entièreté de la zone d'étude couverte par cette méthode d'inventaire en 2020 et 2021. La distance parcourue en 2020 a été de 2 615,0 m, soit l'équivalent d'une superficie approximative de 1 307,5 m<sup>2</sup>. En 2021, la distance parcourue a été de 803,8 m, ce qui représente une superficie d'environ 401,9 m<sup>2</sup>.

La superficie couverte par les transects-caméra parallèles au talweg de la rivière Richelieu a été de 1 708,7 m<sup>2</sup> pour un total de 3 418,8 m linéaires sur 34 transects pour les campagnes de 2020 et 2021. La zone centrale de la rivière Richelieu est celle où la plus petite superficie a été couverte, soit 99,5 m<sup>2</sup> pour un total de 199,0 m linéaires répartis sur deux transects. La rive droite a aussi fait l'objet d'inventaires. Une superficie de 409,1 m<sup>2</sup> a été inventoriée sur 8 transects, totalisant 818,14 m linéaires (tableau 27). Davantage d'efforts ont été réalisés en rive gauche en raison de la présence du tracé de la future ligne à haute tension. Dans ce secteur, une superficie de 1 200,1 m<sup>2</sup> a été inventoriée sur 24 transects, représentant 2 401,7 m linéaires.

De plus, des moules zébrées ont été observées à chacun des transects. Les détails pour chacun des secteurs, ainsi que les tracés, sont présentés dans le tableau 27 et la carte 3.

Tableau 26 : Transects d'inventaire des moules réalisés à pied en eau peu profonde en septembre 2020

Rive	Transects	Date	N <sup>bre</sup> d'observateurs	Effort total heures- personnes	Longueur du transect (m)	Superficie de la couverture (m <sup>2</sup> ) <sup>A</sup>	Nombre de spécimens vivants (n)	Densité estimée (spécimens vivants/m <sup>2</sup> )	Profondeur moyenne inventoriée (m)	Présence de moules zébrées	Température de l'eau (°C)
Gauche	M1	2020-09-14	1	0 h 57	99,20	198,41	7	0,04	0,40	Oui	20,9
	M2	2020-09-14	1	0 h 55	100,49	200,99	9	0,04	0,40	Oui	20,9
	M3	2020-09-15	1	1 h 10	103,59	207,18	2	0,01	0,40	Oui	16,0
	M4	2020-09-15	1	1 h 42	103,59	207,18	15	0,07	0,55	Oui	16,4
	M5	2020-09-15	1	0 h 40	97,92	195,85	66	0,34	0,60	Oui	17,0
	M6	2020-09-15	1	0 h 55	102,90	205,80	24	0,12	0,45	Oui	17,9
	M7	2020-09-18	1	0 h 39	119,39	238,78	0	0,00	0,40	Oui	17,4
	M8	2020-09-18	1	0 h 42	130,35	260,71	36	0,14	0,40	Oui	17,4
	M9	2020-09-18	1	0 h 28	82,47	247,40	81	0,33	0,25	Oui	17,4
	<b>Total</b>				<b>8 h 08</b>	<b>939,91</b>	<b>1 962,28</b>	<b>240</b>	<b>0,12</b>	<b>0,43</b>	<b>Oui</b>
Droite	M10	2020-09-19	1	0 h 35	106,61	319,83	10	0,03	0,40	Oui	13,9
	M11	2020-09-19	1	0 h 31	101,12	303,37	3	0,01	0,23	Oui	13,9
	M12	2020-09-19	1	0 h 21	102,67	308,00	6	0,02	0,30	Oui	13,9
	M13	2020-09-19	1	0 h 37	100,16	300,48	6	0,02	0,30	Oui	13,9
	M14	2020-09-19	1	0 h 49	99,16	297,49	12	0,04	0,33	Oui	13,9
	M15	2020-09-19	1	0 h 47	98,90	296,70	0	0,00	0,33	Oui	13,9
	<b>Total</b>				<b>3 h 40</b>	<b>608,63</b>	<b>1 825,88</b>	<b>37</b>	<b>0,02</b>	<b>0,31</b>	<b>Oui</b>
<b>Total</b>				<b>11 h 48</b>	<b>1 548,53</b>	<b>3 788,16</b>	<b>277</b>	<b>0,08</b>	<b>0,38</b>	<b>Oui</b>	<b>16,3</b>

<sup>A</sup> : Selon les conditions de visibilité (turbidité, vagues, recouvrement de la végétation, etc.), la superficie inventoriée a été calculée en multipliant la longueur du transect par la largeur totale observée (2 ou 3 m).

**Tableau 27 : Transects d'inventaire des moules par caméra en eau profonde en 2020 et 2021**

Rive	Transect	Date	Longueur du transect (m)	Superficie estimée de la couverture (m <sup>2</sup> )	Nombre de spécimens vivants (n)	Densité estimée (Spécimens vivants/m <sup>2</sup> )	Présence de moules zébrés
Gauche	T1	18-09-2020	25,38	12,69		0	Oui
	T2	18-09-2020	67,87	33,93		0	Oui
	T3	18-09-2020	92,68	46,34		0	Oui
	T4	18-09-2020	95,44	47,72		0	Oui
	T5	17-09-2020	99,63	49,81		0	Oui
	T6	17-09-2020	96,90	48,45		0	Oui
	T7	17-09-2020	101,80	50,90		0	Oui
	T8	17-09-2020	97,94	48,97	1	0,02	Oui
	T9	18-09-2020	97,91	48,95		0	Oui
	T10	17-09-2020	96,99	48,49		0	Oui
	T11	17-09-2020	104,01	52,00		0	Oui
	T12	17-09-2020	99,74	49,87		0	Oui
	T13	17-09-2020	106,27	53,13		0	Oui
	T14	17-09-2020	100,95	50,47		0	Oui
	T15	17-09-2020	108,16	54,08		0	Oui
	T16	17-09-2020	98,38	49,19	4	0,08	Oui
	T17	15-09-2020	107,83	53,91		0	Oui
	T28	27-07-2021	126,36	63,18		0	Oui
	T29	27-07-2021	115,91	57,96	3	0,05	Oui
	T30	27-07-2021	98,81	49,40		0	Oui
	T31	27-07-2021	120,69	60,35	1	0,02	Oui
	T32	27-07-2021	119,23	59,62	1	0,02	Oui
	T33	27-07-2021	108,68	54,34		0	Oui
	T34	27-07-2021	114,12	57,06		0	Oui
	<b>Total</b>		<b>2 401,66</b>	<b>1 200,10</b>	<b>10</b>	<b>0,01</b>	<b>Oui</b>

**Tableau 27 : Transects d'inventaire des moules par caméra en eau profonde en 2020 et 2021 (suite)**

Rive	Transect	Date	Longueur du transect (m)	Superficie estimée de la couverture (m <sup>2</sup> )	Nombre de spécimens vivants (n)	Densité estimée (Spécimens vivants/m <sup>2</sup> )	Présence de moules zébrés
Centre	T18	17-09-2020	98,94	49,47	1	0,02	Oui
	T19	17-09-2020	100,08	50,04		0	Oui
	<b>Total</b>		<b>199,03</b>	<b>99,51</b>	<b>1</b>	<b>0,01</b>	<b>Oui</b>
Droite	T20	18-09-2020	102,68	51,34	3	0,06	Oui
	T21	18-09-2020	101,11	50,55	2	0,04	Oui
	T22	18-09-2020	103,38	51,69		0	Oui
	T23	18-09-2020	105,42	52,71	2	0,04	Oui
	T24	18-09-2020	100,11	50,06		0	Oui
	T25	17-09-2020	102,41	51,20		0	Oui
	T26	17-09-2020	103,16	51,58		0	Oui
	T27	18-09-2020	99,88	49,94	4	0,08	Oui
	<b>Total</b>		<b>818,14</b>	<b>409,07</b>	<b>11</b>	<b>0,03</b>	<b>Oui</b>
<b>Total</b>		<b>3 418,83</b>	<b>1 708,68</b>	<b>22</b>	<b>0,01</b>	<b>Oui</b>	

Les sous-sections suivantes détaillent les résultats de la campagne selon les secteurs de la zone d'étude. Comme aucune moule vivante n'a pu être identifiée formellement à l'espèce lors des transects vidéo de 2021, qu'aucune moule vivante n'a été recueillie avec les coups de benne et qu'aucun transect en berge n'a pu être effectué en raison de la profondeur de l'eau à la limite de la réserve naturelle Samuel de Champlain, les sections suivantes relatent les mêmes informations qu'en 2020.

#### 4.3.2.1 Portrait de la communauté

Les inventaires au sein de la zone d'étude ont permis de recueillir de l'information sur la composition spécifique de la communauté de moules. Celle-ci est composée principalement de deux espèces : l'elliptio de l'Est (*Elliptio complanata*) et la lampsile rayée, (*Lampsilis radiata*) (tableau 28, photos 33 à 36). Plusieurs individus vivants n'ont malheureusement pu être identifiés qu'au genre, car les caractéristiques distinctives des espèces n'étaient pas présentes. C'est le cas d'une elliptio. De plus, même le genre de certains spécimens n'a pu être identifié, et ce, en raison de la méthode utilisée. Les transects-caméra ne permettaient pas toujours une identification claire de l'espèce due à la présence importante de moules zébrées sur les spécimens, et ce, malgré le visionnement et le traitement d'image *a posteriori* (photo 37). Il était impossible de manipuler les spécimens afin de retirer les moules zébrées et de les identifier lors de ce type d'inventaire. Finalement, plusieurs individus morts n'ont pu être identifiés, car il s'agissait de fragments dont les parties comportant les critères d'identification manquaient (photo 38).

Parmi les individus vivants formellement identifiés, aucun ne possède de statut au niveau de la *Loi sur les espèces menacées ou vulnérables* (MFFP, 2021b) ou à l'Annexe 1 de la *Loi sur les espèces en péril du Canada* (GC, 2021). Il convient toutefois de mentionner qu'une coquille d'anodonte du gaspareau (*Anodonta implicata*) a été trouvée dans le secteur centre de la rivière Richelieu (tableau 28; photo 39). Cette espèce est jugée susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable selon la Loi sur les espèces menacées ou vulnérables. Bien qu'aucun individu vivant de cette espèce n'ait été répertorié dans la zone d'inventaire, il se peut que cette espèce ait déjà été présente dans la rivière Richelieu. Son hôte principal, le gaspareau, a été capturé lors des campagnes de pêche (voir la section 4.3.1). Toutefois, en l'absence d'individus vivants, on ne peut confirmer avec certitude la présence actuelle de l'anodonte dans le secteur à l'étude, puisque la coquille qui a été trouvée peut provenir de l'amont et avoir été transportée par le courant.

L'elliptio de l'Est et la lampsile rayée sont deux espèces communes au Québec. L'elliptio de l'Est est ubiquiste et se trouve dans une vaste gamme d'habitats tels que les étangs, les lacs, les ruisseaux, les rivières, ainsi que dans tout type de substrat (Desroches et Picard, 2013; Clarke, 1981). Les espèces hôtes associées à cette moule sont les centrarchidés, les percidés, plusieurs cyprinidés et l'épinoche à cinq épines (Desroches et Picard, 2013; Clarke, 1981; Metcalfe-Smith *et al.*, 2005). La lampsile rayée est aussi très polyvalente en termes d'habitat et est retrouvée dans tous types de cours d'eau dont le substrat varie de la vase aux galets (Desroches et Picard, 2013; Clarke, 1981; Metcalfe-Smith *et al.*, 2005). Les espèces hôtes de la lampsile rayée sont principalement les centrarchidés et les percidés. L'inventaire de l'ichtyofaune de la zone d'étude a démontré la présence de ces familles en abondance dans la zone d'étude (section 4.3.1).

**Tableau 28 : Nombre de mulettes inventoriées dans la zone d'étude selon le secteur et l'état du spécimen**

Nom commun / nom scientifique	État	Benne				Transect-caméra				Transect à pied			Total	Rang de précarité au Québec <sup>A</sup>	Poissons hôtes <sup>B</sup>
		G	C	D	Total	G	C	D	Total	G	D	Total			
Elliptio de l'Est <i>Elliptio complanata</i>	M	4	8	9	21					109	86	195	216	S4	Mulet à cornes, mulet de lac, fondule barré, épinoche à 5 épines, baret, centrarchidés, perchaude
	V	2	2		4			1	1	173	27	200	205		
	<b>Total</b>	6	10	9	25			1	1	282	113	395	421		
Elliptio sp. <sup>C</sup> <i>Elliptio</i> sp.	M									1		1	1	-	-
	V									1		1	1		
	<b>Total</b>									2		2	2		
Lampsile rayée <i>Lampsilis radiata</i>	M	1	6	1	8					5	2	7	15	S4	Perchaude, centrarchidés, baret
	V					1			1	66	10	76	77		
	<b>Total</b>	1	6	1	8	1			1	71	12	83	92		
Anodonte du Gaspereau <i>Anodonta implicata</i>	<b>M</b>		1		1								1	<b>S1</b>	<b>Gaspereau et certain culpéidés</b>
Non identifiable	Ind					3			3				3	-	-
	M		1	1	2	7		5	12	53	3	56	70		
	V					9	1	10	20				20		
	<b>Total</b>		1	1	2	19	1	15	35	53	3	56	93		
<b>Total général</b>		7	18	11	36	20	1	16	37	408	128	536	609		

<sup>A</sup> S1 : Sévèrement en péril; S2 : En péril; S3 : Vulnérable; S4 : Largement réparti, abondant et apparemment hors de danger, mais il demeure des causes d'inquiétude à long terme; S5 : Large répartition, abondant et stabilité.

<sup>B</sup> Clarke, H.A., 1981; Desrochers, J.-F. & Picard, I., 2013.

<sup>C</sup> Elliptio sp. regroupe deux spécimens : une coquille faisant partie du complexe *Elliptio crassidens* X *Elliptio complanata* ainsi qu'un spécimen vivant ne pouvant être identifié à l'espèce.

M : Spécimen mort; V : Spécimen vivant; Ind : Spécimen dont l'état est indéterminé.

G : Rive gauche; C : Centre; D : Rive droite.



**Photo 33 : Groupe d'Elliptio de l'Est, station M10 (19 septembre 2020)**



**Photo 34 : Elliptio de l'Est, station M5 (15 septembre 2020)**



**Photo 35 : Groupe de Lampsiles rayées, station M8 (18 septembre 2020)**



**Photo 36 : Lampsile rayée femelle, station M8 (18 septembre 2020)**



**Photo 37 : Mulette non identifiable recouverte de moules zébrées, station T27 (18 septembre 2020)**



**Photo 38 : Fragments de spécimens non identifiables**





**Photo 39 : Coquille d'anodonte du Gaspereau, station B34 (27 juillet 2021)**

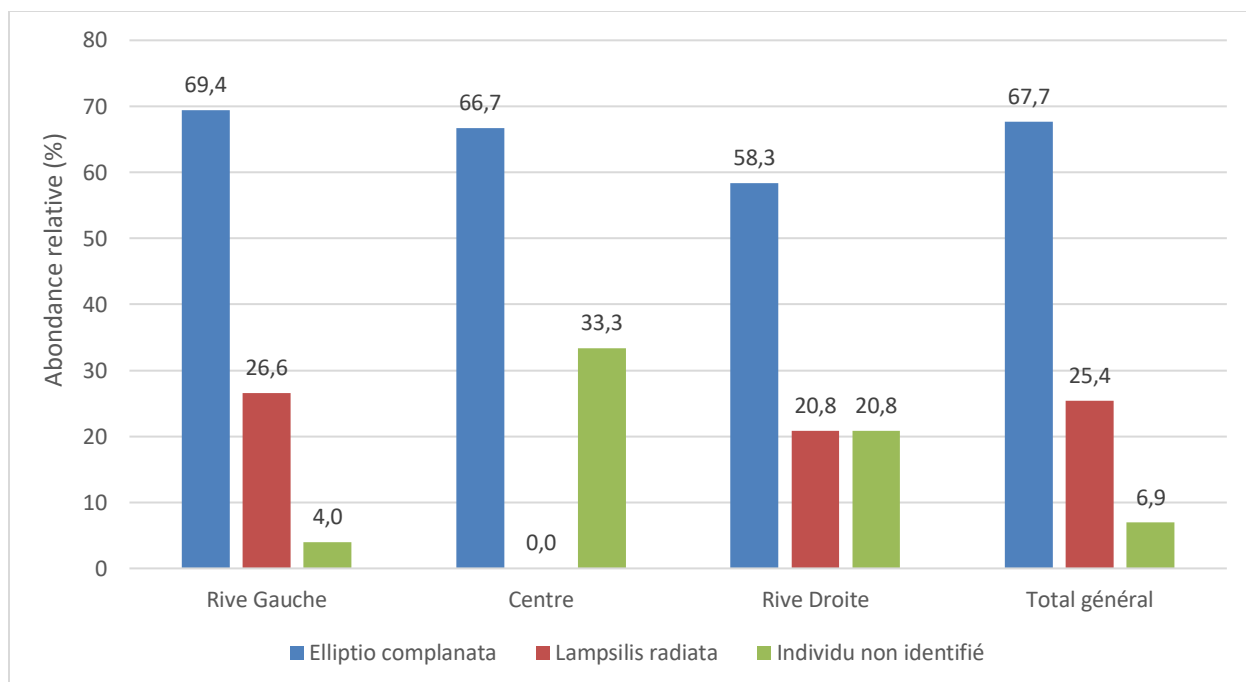
Un total de 609 spécimens a été inventorié dans l'ensemble de la zone d'étude (tableau 28). De ce nombre, 303 étaient des individus vivants, alors que 303 étaient des coquilles, soit 247 des coquilles complètes et 56 des fragments non identifiables (photo 38). L'état, soit mort ou vivant, de trois individus a été impossible à déterminer sur les transects-caméras. La densité moyenne de moules dans l'entièreté de la zone d'étude a été estimée à 0,06 spécimen vivant/m<sup>2</sup> (tableau 29).

**Tableau 29 : Densité de moules vivantes selon les secteurs inventoriés de la zone d'étude**

	Secteur			Zone d'étude totale
	Rive gauche	Centre	Rive droite	
<b>Nombre de spécimens vivants<sup>A</sup></b>	252	3	48	303
<b>Superficie couverte par les inventaires (m<sup>2</sup>)</b>	3 162,38	99,51	2 234,95	5 496,84
<b>Densité (spécimens vivants/m<sup>2</sup>)</b>	0,08	0,03	0,02	0,06

<sup>A</sup> Nombre de spécimens vivants inventoriés, tous types d'inventaires confondus (benne, transect-caméra et transect à pied)

La communauté de moules était majoritairement composée d'elliptio de l'Est (68 %) et dans une moindre mesure, de lamspile rayée (25 %). Les individus non identifiables représentaient 7 % de celle-ci (figure 2). La composition de la communauté de moules de la zone d'étude semble stable dans le temps. Selon Fichtel et Smith (1995), les cours d'eau directement connectés au lac Champlain montrent que l'elliptio de l'Est est l'espèce dominante suivie par la lamspile rayée.



**Figure 2 : Composition de la communauté de moules vivantes selon les secteurs**

Les données morphométriques acquises lors de l'inventaire sur les spécimens vivants ne peuvent clairement fournir d'information sur la structure d'âge de la population (Haag et Rypel, 2011; Ridgway *et al.*, 2011). Effectivement, même s'il semble y avoir une corrélation entre les dimensions de la coquille et l'âge des individus, cette relation varie grandement entre les familles de moules d'eau douce, ainsi qu'entre les espèces d'une même famille (Haag et Rypel, 2011). Cette relation est plutôt tributaire du modèle évolutif de chacune des espèces, ainsi que des conditions environnementales du milieu de croissance des individus (Haag et Rypel, 2011; Cyr, 2020 et 2008). Cependant, les données morphométriques peuvent permettre de comparer différentes populations d'une même espèce.

La longueur de la coquille des individus vivants de la population d'elliptio de l'Est de la zone d'étude variait entre 45 et 105 mm et la moyenne était de 72 mm (tableau 30). La longueur moyenne de cette espèce au Québec est légèrement supérieure à celle de la zone d'étude et varie entre 70 et 120 mm (Desroches et Picard, 2013).

La longueur moyenne de la coquille de la population de lampsile rayée était de 69 mm pour la zone d'étude. Le plus petit individu répertorié mesurait 29 mm de longueur, tandis que le plus gros avait une longueur de 106 mm (tableau 30). La lampsile rayée mesure généralement entre 60 et 100 mm de longueur au Québec, ce qui est très similaire à la population inventoriée dans la zone d'étude (Desroches et Picard, 2013).

**Tableau 30 : Données morphométriques de la communauté de mulettes de la zone d'étude**

Données morphométriques	Elliptio de l'Est (n=200)			
	Moyenne	Minimum	Maximum	Écart-type
Longueur (mm)	72,28	45,27	105,05	10,02
Hauteur (mm)	38,80	23,63	54,93	5,56
Largeur (mm)	22,14	11,41	34,67	4,09
Données morphométriques	Lampsilis radiata (n=76)			
	Moyenne	Minimum	Maximum	Écart-type
Longueur (mm)	68,59	29,08	105,95	15,53
Hauteur (mm)	39,49	16,35	60,01	8,62
Largeur (mm)	24,72	7,70	40,83	5,93

#### 4.3.2.1.1 Rive gauche

Un total de 435 spécimens a été répertorié en rive gauche (HH1-1 à HH1-8, carte 4). De ce nombre, 252 individus étaient vivants et 180 étaient des coquilles (tableau 28). La densité moyenne était de 0,08 spécimen vivant/m<sup>2</sup> pour l'ensemble de la rive gauche (tableau 29).

La rive gauche est celle où la plus grande superficie a été couverte selon la méthode des transects à pied, soit 1 962,28 m<sup>2</sup> pour un total de 939,9 m sur 9 transects. La profondeur moyenne des inventaires sur cette rive était de 0,43 m. Les densités les plus importantes se trouvaient en eau peu profonde et variaient entre 0 et 0,34 spécimen vivant/m<sup>2</sup>. Les transects enregistrant les plus fortes densités sont M5 et M9, avec respectivement 0,34, 0,33 spécimen vivant/m<sup>2</sup> (tableau 26). Les densités les plus faibles ont été observées avec la caméra sous-marine en eau profonde, variant entre 0 et 0,08 spécimen vivant/m<sup>2</sup>. Le transect enregistrant la plus forte densité était T16 (tableau 27).

La population de la rive gauche était dominée à 69 % par l'elliptio de l'Est. La lampsile rayée représentait près de 27 % de la population, tandis que 4 % n'étaient pas identifiables à l'espèce (figure 2).

#### 4.3.2.1.2 Secteur centre

Seulement trois spécimens vivants ont été observés en eau profonde dans le secteur centre de la zone d'étude (HH-centre, carte 4), soit deux à la benne et un à la caméra sous-marine (T18; tableau 27; tableau 28). Les spécimens collectés à la benne étaient des elliptio de l'Est. Malheureusement, le spécimen observé à la caméra n'a pu être identifié à l'espèce (photo 40). La densité moyenne du secteur centre est de 0,03 spécimen vivant/m<sup>2</sup> (tableaux 29).



Photo 40 : Mulette non identifiable, Station T18 (17 septembre 2020)

#### 4.3.2.1.3 Rive droite

Au total, 155 spécimens ont été répertoriés en rive droite, dont 107 coquilles et 48 spécimens vivants (tableau 28). La densité moyenne était de 0,02 spécimen vivant/m<sup>2</sup> pour l'ensemble de la rive droite (tableau 29). Les densités les plus importantes se trouvaient en eau profonde et variaient entre 0 et 0,08 spécimen/m<sup>2</sup> (tableau 27). Les transects à caméra ayant enregistré les plus fortes densités ont été T27 et T20, avec respectivement 0,08 et 0,06 spécimen vivant/m<sup>2</sup> (tableau 27). Les densités les plus faibles pour l'ensemble de la rive droite se trouvaient en eau peu profonde, variant entre 0 et 0,04 spécimen vivant/m<sup>2</sup>. Le transect enregistrant la plus forte densité pour l'ensemble de la rive droite était M14 (tableau 26).

La population de la rive droite était dominée à 58 % par l'elliptio de l'Est. La lamspile rayée ainsi que les spécimens non identifiés représentaient chacun 21 % de la population (figure 2).

#### 4.4 Observations fortuites

Quelques poissons ont été observés à l'aide de la caméra sous-marine. Comme ces transects ne faisaient pas partie de l'effort d'échantillonnage prévu pour la faune ichthyenne, ils n'ont pas été comptabilisés à la section 4.3.1. Au total, 11 poissons ont ainsi été observés, soit une anguille d'Amérique, une marigane noire (*Pomoxis nigromaculatus*), un grand brochet, deux fouille-roche zébrés (*Percina caprodes*), une perchaude, quatre crapets sp. et un poisson inconnu. En 2021, deux poissons ont été observés à l'aide de la caméra sous-marine, soit une anguille d'Amérique et une barbotte brune (*Ameiurus nebulosus*).

De plus, trois tortues peintes (*Chrysemys picta*) ont été observées dans la zone d'étude. La première a été capturée dans une trappe Alaska à la station P01 alors que les deux autres ont été capturées dans des coups de seine aux stations P41 et P60. Une tortue serpentine (*Chelydra serpentina*) a également été capturée à la station de seine P39 (photo 40). Toutes ces tortues sont retournées vivantes dans leur milieu naturel. Une écrevisse a également été capturée à la station de seine P41.

Plusieurs espèces animales ont été observées lors des inventaires de 2021. Effectivement, une necture tachetée (*Necturus maculosus*) a été capturée dans une trappe Alaska, soit à la station P84 (photo 42). Une tortue peinte a été capturée à la station P123 et une a été observée lors de la pose de la trappe Alaska P149. De plus, deux grenouilles léopards (*Lithobates pipiens*) ont été capturées dans le verveux P95 (photo 43). Tous les individus capturés sont retournés vivants dans le milieu naturel. Des colonies de pectinatelle (*Pectinatella magnifica*) ont été observées dans le canal parallèle à celui de la marina (photo 44). Ce bryozoaire d'eau douce est endémique de l'Amérique du Nord.



Photo 41 : Tortue serpentine juvénile, station P39



Photo 42 : Necture tachetée, station P84



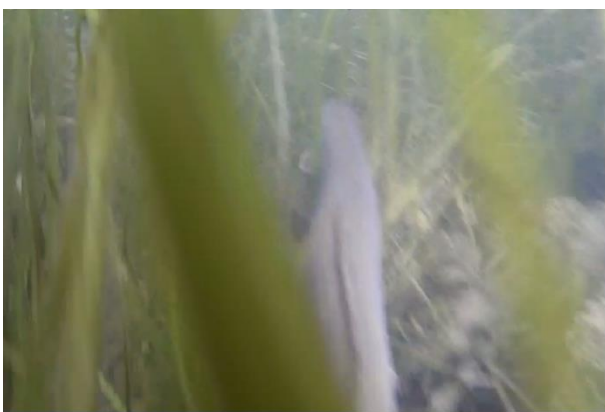
Photo 43 : Grenouille léopard, station P95



Photo 44 : Pectinatelle, canal parallèle à la marina

## 4.5 Espèces à statut précaire

L'anguille d'Amérique est la seule espèce possédant un statut particulier à avoir été répertoriée lors des inventaires de l'ichtyofaune. À l'échelle provinciale, elle est susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable. Un total de six anguilles d'Amérique a été capturé ou observé sur le site d'étude. Cinq d'entre elles ont été capturées à la trappe Alaska (stations P11, P12, P18, P36, P37, carte 3) alors qu'une anguille d'Amérique a été observée lors de l'analyse des vidéos pris avec la caméra sous-marine. Ces spécimens se trouvaient à la station T4, située en rive gauche de la rivière Richelieu (photos 45 et 46, carte 3, carte 4). Les cinq individus capturés étaient des anguilles jaunes, soit en phase de croissance. Leur taille variait entre 480 mm et 580 mm (voir les tableaux 23 et 25 pour les détails). L'anguille observée avec la caméra sous-marine à la station T4 semblait quant à elle démontrer un patron de couleur typique des anguilles argentées (reproductives), mais l'absence de capture n'a pas permis de prendre les mesures appropriées pour confirmer le stade de cet individu.



**Photo 45 : Anguille d'Amérique, station T4**



**Photo 46 : Anguille d'Amérique, station T4**

Au cours des inventaires de 2021, un total de quatre anguilles d'Amérique a été capturé ou observé sur le site d'étude. L'une fut capturée à la trappe Alaska (station P84 photo 47) et une autre au verveux dans le ruisseau Fairbanks (P170). Elles mesuraient respectivement 690 mm et 712 mm. Deux autres anguilles furent observées, l'une au bathyscope lors du transect P107, tandis que la dernière fut observée lors de l'analyse des vidéos pris avec la caméra sous-marine à la station C5 (photo 48). Les quatre spécimens capturés ou observés étaient des anguilles jaunes.



**Photo 47 : Anguille d'Amérique, station P84 (juin 2021)**



**Photo 48 : Anguille d'Amérique, station C5 (juillet 2021)**

## 4.6 Espèces exotiques envahissantes

Des espèces exotiques envahissantes ont été observées dans la zone d'étude lors des deux années d'inventaires. En 2020, notons entre autres la présence de deux tanches capturées à la station P48 et mesurant respectivement 454 et 520 mm. Plusieurs gardons rouges (n=19) ont également été capturés sur toute la largeur de la rivière, soit 9 dans les trappes Alaska positionnées en rive gauche, 3 dans les trappes Alaska positionnées en rive droite, 4 dans un coup de seine sur la rive gauche et 3 dans un filet maillant positionné au centre de la rivière Richelieu (photo 49). Ces derniers mesuraient en moyenne 310 mm, le plus petit mesurant 93 mm et le plus gros mesurant 376 mm.

Lors des inventaires de 2021, deux tanches ont été capturées, l'une dans une nasse (station P123) ainsi qu'une lors des transects de pêche électrique (station P176) et mesuraient respectivement 110 et 500 mm. Un total de dix-neuf gardons rouges a été capturé, soit 16 dans des trappes Alaska en rive gauche (station P82, P87, P88; carte 3), et trois dans un verveux positionné dans le ruisseau Patenaude (P172, carte 3). Le plus petit individu de cette espèce mesurait 97 mm tandis que le plus long mesurait 411 mm, pour une moyenne de 312 mm. Une lamproie marine (*Petromyzon marinus*) de 535 mm a été capturée dans une trappe Alaska en rive droite, entre l'enrochement des douanes canadiennes et la marina (station P88; carte 3 et 4; photo 51).

Un fait important à noter est la présence extrêmement abondante de moules zébrées. Ces dernières tapissaient le fond de la rivière et se trouvaient également sur la portion hors du substrat de toutes les mulettes observées (photo 50).



Photo 49 : Gardon rouge



Photo 50 : Mulette dont la partie hors-substrat est envahie par des moules zébrées



**Photo 51 : Lamproie marine**

Parmi les plantes exotiques envahissantes retrouvées, notons la présence dans la zone d'étude restreinte de phragmite (*Phragmites australis*, photo 53) et d'alpiste roseau (*Phalaris arundinacea*). L'alpiste roseau a également été observé près du ponceau à la jonction des ruisseaux Patenaude et Boyce-Gervais, accompagné d'un bosquet de topinambours (*Helianthus tuberosus*). Ces dernières espèces se trouvent à proximité d'un marais à typha (photo 52) composé exclusivement de quenouilles à feuilles étroites (*Typha latifolia*), situé entre la station de pêche P60 et la rivière Richelieu (carte 3).

La présence du myriophylle à épis (*Myriophyllum spicatum*) et de la châtaigne d'eau (*Trapa natans*) a été observée dans la zone d'étude restreinte en 2021 (photo 54 et 55). Le myriophylle à épis a été observé sur une largeur de 7 m de part et d'autre du canal d'entrée de la marina, ainsi qu'en amont du ruisseau Fairbanks (carte 4). La châtaigne d'eau a été retrouvée dans les herbiers dans la rivière Richelieu au niveau de l'entrée de la marina. Un total de huit colonies a été répertorié (carte 4). Le potamo crépu (*Potamogeton crispus*) a été observé à l'embouchure de du ruisseau Fairbanks, ainsi qu'en amont de ce dernier, soit en dehors de la zone d'inventaire (photo 54; carte 4).

Étant donné que le tracé de la future ligne électrique engendrera des perturbations dans ce secteur, une attention particulière devra être portée afin d'éviter la propagation des espèces exotiques envahissantes.



**Photo 52 : Marais à typha**



**Photo 53 : Phragmites à proximité de la rivière Richelieu**





**Photo 54 :** Myriophylle à épis prélevé dans le canal de la marina



**Photo 55 :** Une colonie de châtaigne d'eau à proximité des herbiers de la marina



**Photo 56 :** Potamot crépu prélevé en amont du ruisseau Fairbanks



## 5 Conclusion

Les campagnes d'échantillonnage réalisées en septembre 2020, avril, juin et juillet 2021 dans la rivière Richelieu et ses tributaires ont permis de documenter la communauté piscicole présente et de confirmer l'utilisation de la faune ichthyenne dans le secteur projeté de la future ligne de transport électrique.

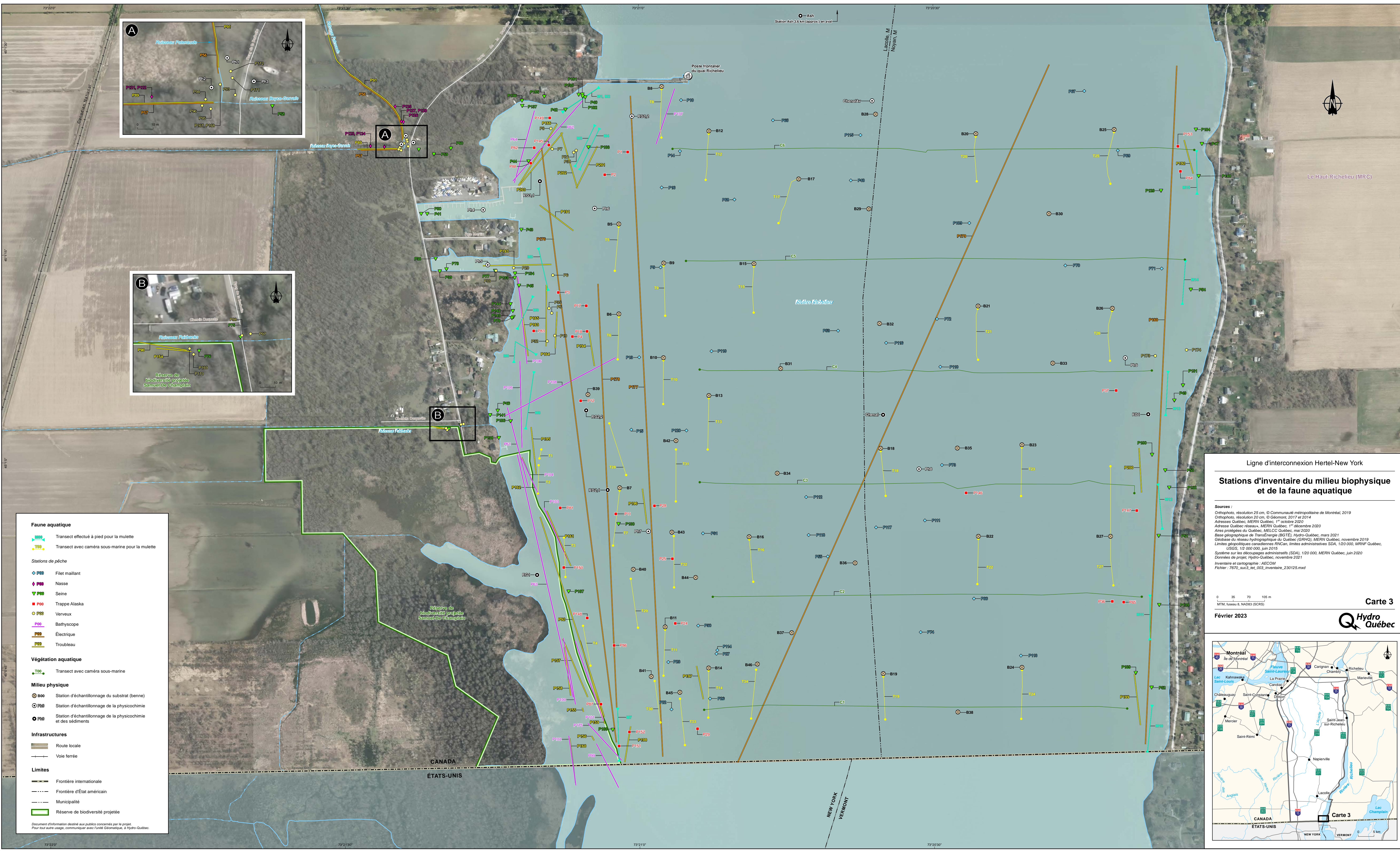
La communauté ichtyologique présente dans le secteur d'étude a été inventoriée. Au total, 16 300 poissons répartis en 32 espèces réparties en 14 familles ont été capturés ou observés. La communauté piscicole est composée d'espèces d'eau chaude et calme, dominée par les percidae, les cyprinidae et les centrarchidae. Il en ressort que la perchaude, le fondule barré, le méné à museau arrondi, le crapet soleil, et le méné jaune sont les espèces les plus répandues dans la zone d'inventaire. Les pêches ont confirmé la présence d'espèces qui avaient été répertoriées auparavant dans la zone d'inventaire, en amont et/ou en aval de celle-ci, et aucune nouvelle espèce n'a été observée. Une seule espèce à statut particulier a été capturée au cours des inventaires (l'anguille d'Amérique, susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable au Québec), de même que trois espèces exotiques envahissantes (gardon rouge, tanche, la lamproie marine et moule zébrée). Le potentiel de pêche récréative y est assez bon considérant la présence d'espèce de poissons d'intérêt sportif comme l'achigan à petite bouche, l'achigan à grande bouche, le grand brochet, la perchaude et le poisson castor.

Les zones de substrat grossier ou fin, avec ou sans végétation, se succèdent dans le lit de la rivière. La zone littorale de la rivière présente d'importants herbiers submergés et émergés, ainsi que des vitesses d'écoulement généralement faibles, ce qui favorise **l'alevinage et la croissance** d'une grande diversité d'espèces aquatiques. La rive droite est hautement anthropisée et enrochée, comparativement à la rive gauche où la présence d'une réserve faunique projetée empêche le développement riverain. De plus, les herbiers submergés présents en bordure de la rivière représentent des habitats de choix pour l'alimentation et la croissance d'une multitude d'espèces, dont l'anguille d'Amérique. Sa présence a été confirmée le long de la rive gauche où les herbiers sont les plus denses, en rive droite, ainsi que dans un tributaire. Les herbiers émergents et submergés de la zone d'étude sont aussi des habitats d'alevinage et de croissance pour certaines espèces à statut potentiellement présentes dans la zone d'étude (ex. : chevalier de rivière et méné d'herbe). Les habitats de **fraie** ont été validés en rive gauche pour les centrarchidés. La zone près de l'enrochement est aussi un site de fraie potentiel pour les achigans. La rive droite est un habitat de fraie confirmé pour le fondule barré et potentiel pour la perchaude. Les herbiers aquatiques denses en rive gauche et droite sont cependant des habitats de fraie potentiel pour la majorité des espèces capturées lors des inventaires (ex. : perchaude et cyprinidae) ainsi que pour les espèces à statut potentiellement présentes dans la zone d'inventaire (méné d'herbe). Sur la rive gauche de la zone d'étude, la plaine d'inondation de récurrence 2 ans de la rivière Richelieu s'étend sur une distance de plus de 800 m à l'intérieur des terres. Des habitats propices à la fraie (ex. : pour le grand brochet et poisson castor) dans des zones végétalisées qui ne sont inondées qu'au printemps et au début de l'été et qui peuvent être exondés le reste de l'année pourraient s'y retrouver. La présence de tels habitats pourrait être validée par des inventaires printaniers.

Pour ce qui est des trois tributaires rencontrés, leur utilisation est confirmée pour **l'alevinage et la croissance** d'espèces phytophiles (grand brochet et ombre de vase). Ils présentaient également un bon habitat pour la **reproduction** du grand brochet puisque les terres boisées à proximité sont souvent inondées en périodes de crue printanières.

Le chenal principal, profond et dépourvu de végétation, est potentiellement utilisé par certaines espèces de la communauté piscicole comme habitat de **migration et d'hivernage**. Il permet la libre circulation du poisson entre autres pour les espèces anadrome et catadrome lors des périodes de migration. En saison froide, la profondeur du chenal permet aux poissons d'éviter d'être impactés par les eaux de surface froides et peut potentiellement devenir un refuge thermique.

La communauté de mulettes présente dans la zone d'étude a été inventoriée. Au total, 304 individus vivants, répartis en deux genres, ont été identifiés. La communauté est principalement composée de l'elliptio de l'Est et de la lampsile rayée. Ce sont des espèces communes au Québec et ubiquistes présentes dans une vaste gamme d'habitats.



Ligne d'interconnexion Hertel-New York

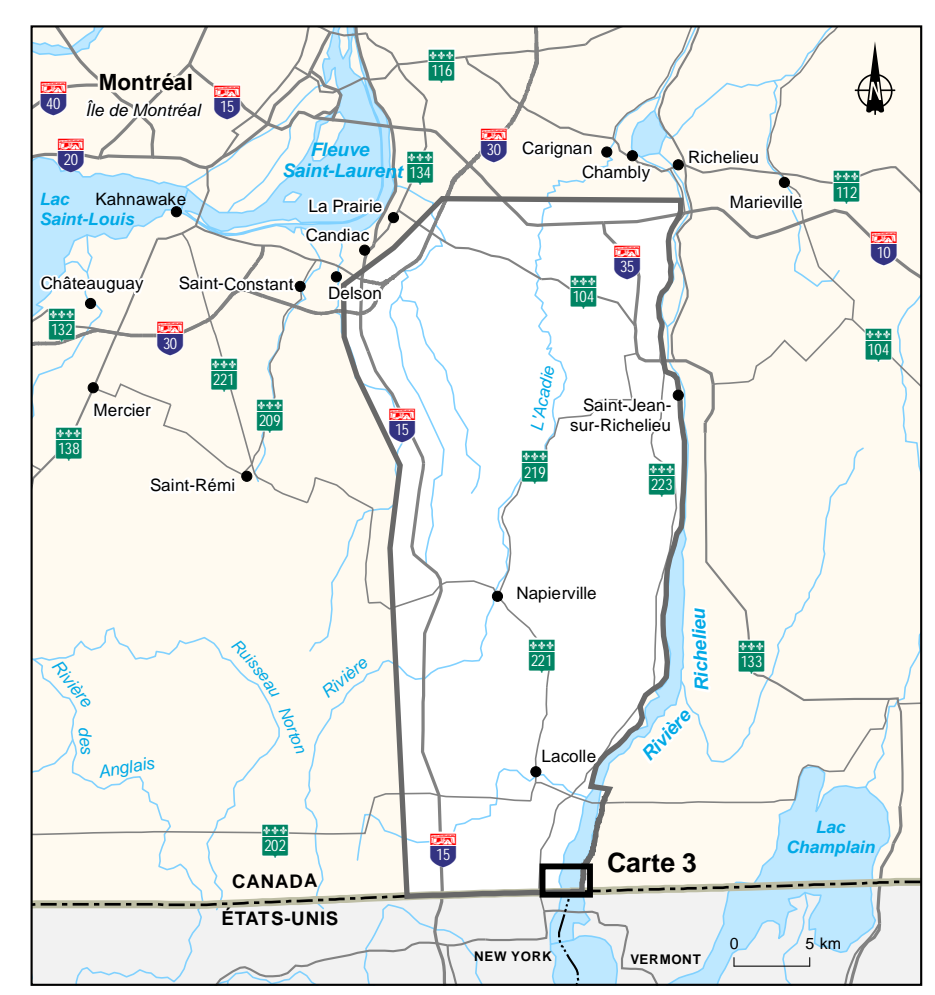
### Stations d'inventaire du milieu biophysique et de la faune aquatique

**Sources :**  
 Orthophoto, résolution 25 cm, © Communauté métropolitaine de Montréal, 2019  
 Orthophoto, résolution 20 cm, © Géomont, 2017 et 2014  
 Adresses Québec, MERN Québec, 1<sup>er</sup> octobre 2020  
 Adresses Québec réservoir, MERN Québec, 1<sup>er</sup> décembre 2020  
 Aires protégées du Québec, MELCC Québec, mai 2020  
 Base géographique de TransÉnergie (BCTE), Hydro-Québec, mars 2021  
 Cotebaie du réseau hydrographique du Québec (GRHQ), MERN Québec, novembre 2019  
 Limites géopolitiques canadiennes RNCAN, limites administratives SDA, 1:20 000, MRNF Québec, USGS, 1:2 000 000, juin 2015  
 Système sur les découpages administratifs (SDA), 1:20 000, MERN Québec, juin 2020  
 Données de projet, Hydro-Québec, novembre 2021  
 Inventaire et cartographie, AECOM  
 Fichier : 7670\_suc1\_tel\_003\_inventaire\_230125.mxd

0 35 70 105 m  
 MTM, fuseau 8, NAD83 (SCRS)

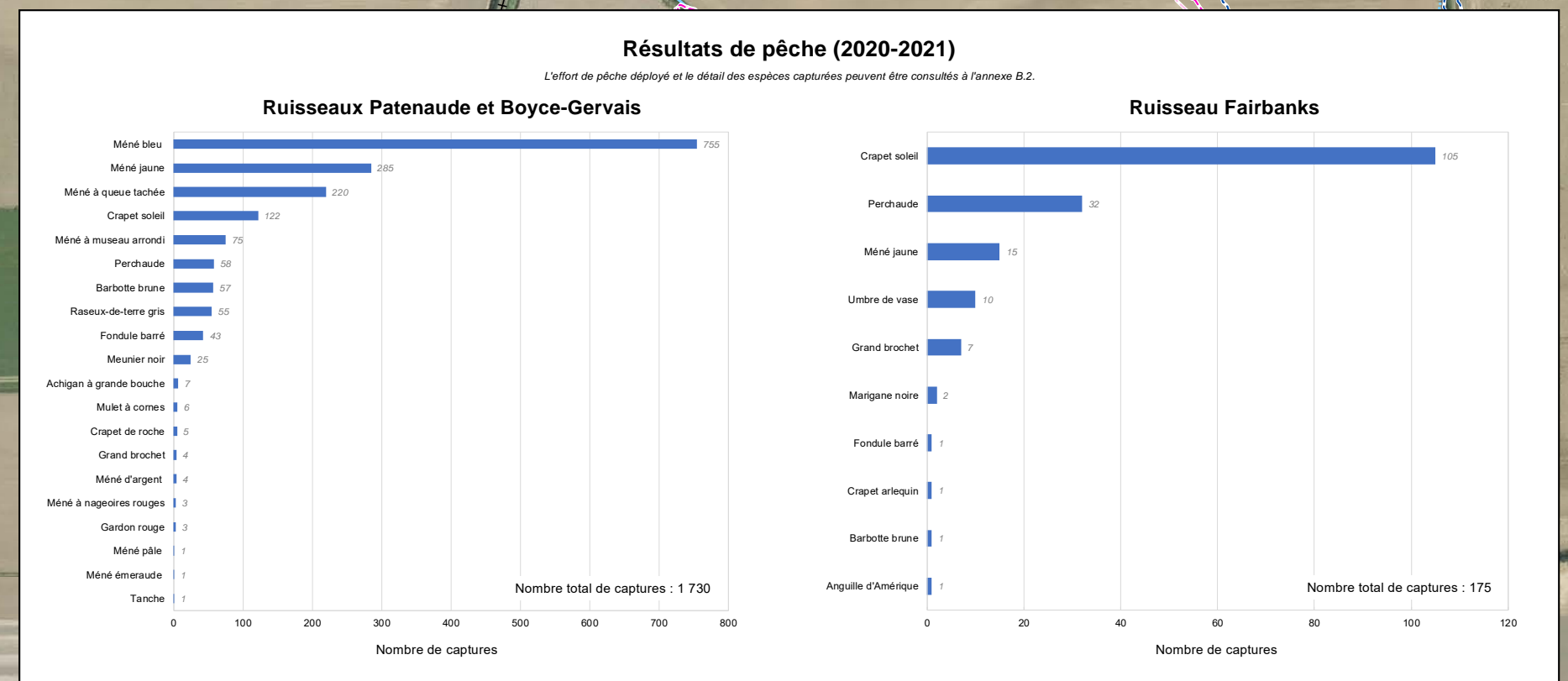
Février 2023

Carte 3  
 Hydro Québec



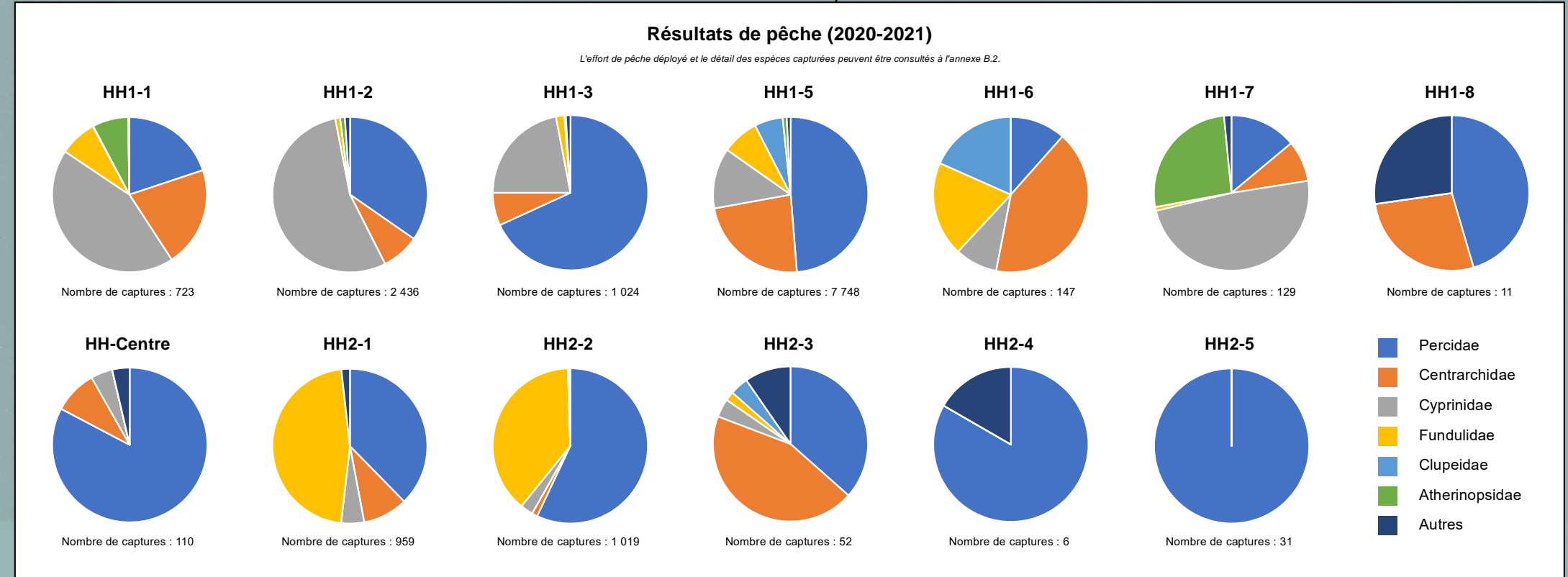
- Faune aquatique**
- Transect effectué à pied pour la mulette
  - Transect avec caméra sous-marine pour la mulette
- Stations de pêche**
- Filet maillant
  - Nasse
  - Seine
  - Trappe Alaska
  - Verveux
  - Bathyscope
  - Électrique
  - Troubleau
- Végétation aquatique**
- T100 Transect avec caméra sous-marine
- Milieu physique**
- B00 Station d'échantillonnage du substrat (benne)
  - P00 Station d'échantillonnage de la physicochimie
  - P90 Station d'échantillonnage de la physicochimie et des sédiments
- Infrastructures**
- Route locale
  - Voie ferrée
- Limites**
- Frontière internationale
  - Frontière d'État américain
  - Municipalité
  - Réserve de biodiversité projetée
- Document d'information destiné aux publics concernés par le projet.  
 Pour tout autre usage, communiquer avec l'unité Géomatique, à Hydro-Québec.





### Description des habitats homogènes

Identifiant d'habitat	Profondeur (mètres)	Substrat	Végétation	Superficie (ha)
HH1-1	0,2 m	FUI	Saumâtre	3,85
HH1-2	2-4 m	Gravier	Émergée	2,56
HH1-3	4-6 m	Gravier	Émergée	1,33
HH1-4			Émergée	0,18
HH1-5			Émergée	52,29
HH1-6			Émergée	1,58
HH1-7			Émergée	9,06
HH1-8			Émergée	11,21
HH2-1			Émergée	10,05
HH2-2			Émergée	10,01
HH2-3			Émergée	26,55
HH2-4			Émergée	21,34
HH2-5			Émergée	15,71
HH-Centre			Émergée	64,42



### Végétation

- Espèce aquatique exotique envahissante
- ▨ Herbier aquatique à plantes submergées
- ▨ Herbier aquatique à plantes émergentes
- Milieu humide

### Aire protégée

- ▭ Réserve de biodiversité projetée Samuël-De Champlain

### Hydrographie

- Courbe bathymétrique (équidistance des courbes : 1 m)
- Ligne des hautes eaux
- Zone de récurrence 20 ans
- Zone de récurrence 100 ans

### Recouvrement de végétation aquatique (%)

- Habitat homogène linéaire
- Habitat homogène
- Aucun herbier
- s.o. 1 à 5 %
- s.o. 6 à 25 %
- s.o. 26 à 50 %
- s.o. 51 à 75 %
- s.o. 76 à 100 %

### Limites

- Frontière internationale
- Frontière d'État américain
- Municipalité

### Infrastructures

- Route locale
- Voie ferrée

### Composantes du projet

- ▭ Zone d'étude restreinte du milieu aquatique

### Faune aquatique

Donnée à diffusion restreinte non cartographiée ?

- Anguille d'Amérique
- Frayère confirmée
- Frayère potentielle

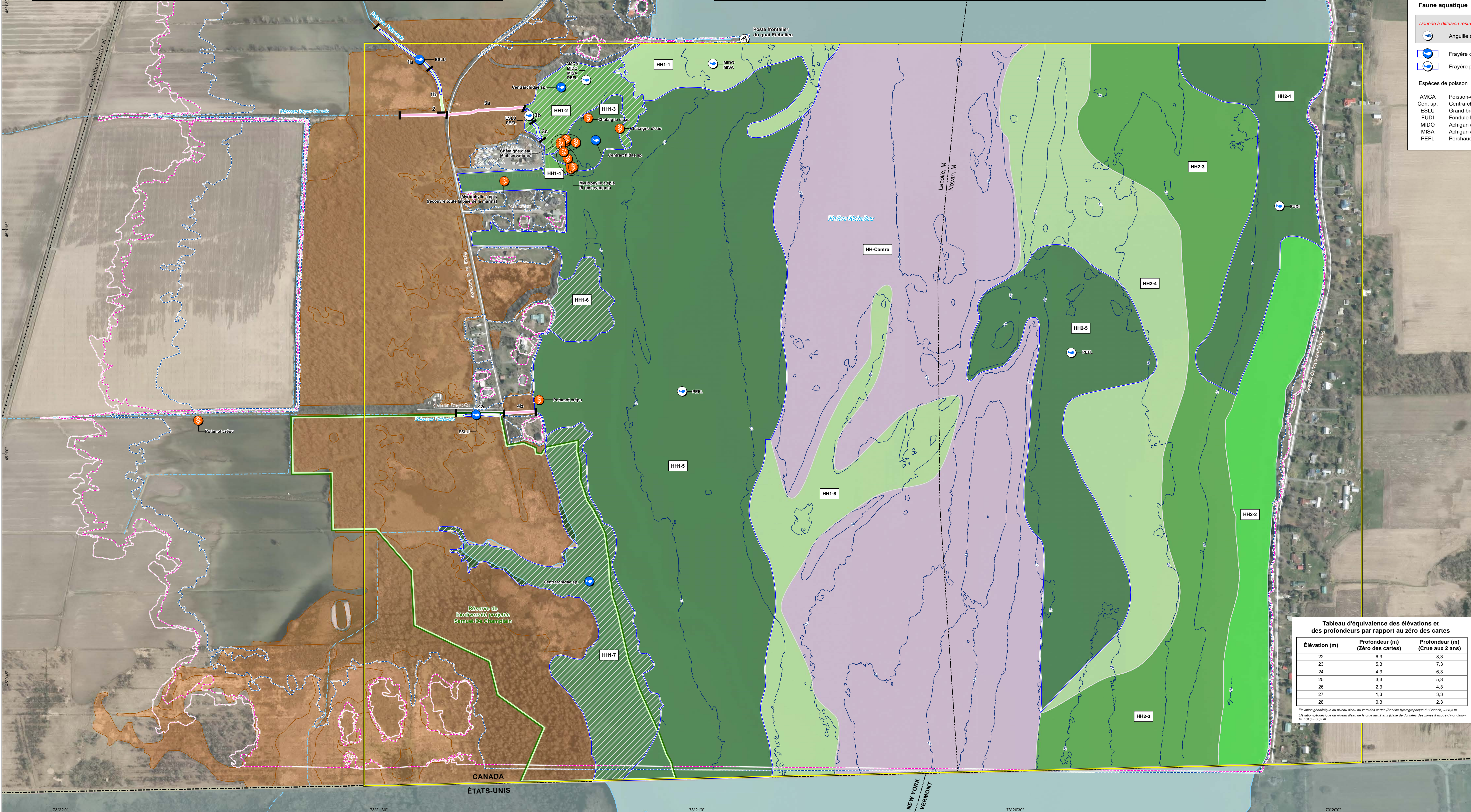
### Espèces de poisson

- AMCA Poisson-castor
- Cen. sp. Centrarchidae sp.
- ESLU Grand brochet
- FUDI Achigan à petite bouche
- MISA Fondule barré
- PEFL Achigan à grande bouche
- PEFL Perchaude

Hydro Québec (HQ), 2022. Carte C-1. Feuille 4 de 4. Étude d'impact sur l'environnement - Ligne d'interconnexion Hertel-New York Volume 5 - Grandes cartes. Étude d'impact soumise au ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les Changements Climatiques. 30 pages et annexes.

Afin de protéger les espèces à statut particulier de la récolte ou de la modification de leur habitat, les données provenant du ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs du Québec (MFFP), d'autres organismes ou d'inventaires terrain ne sont pas illustrées malgré leur présence sur la carte.

Document d'information destiné aux publics concernés par le projet. Pour tout autre usage, communiquer avec l'unité Géomatique, à Hydro-Québec.



### Tableau d'équivalence des élévations et des profondeurs par rapport au zéro des cartes

Élévation (m)	Profondeur (m) (Zéro des cartes)	Profondeur (m) (Crué aux 2 ans)
22	8,3	8,3
23	5,3	7,3
24	4,3	6,3
25	3,3	5,3
26	2,3	4,3
27	1,3	3,3
28	0,3	2,3

Élévation géométrique du niveau d'eau au zéro des cartes (Service hydrographique du Canada) : 28,3 m  
Élévation géométrique du niveau d'eau de la crue aux 2 ans (Base de données des zones à risque d'inondation, MELCC) : 30,3 m

### Ligne d'interconnexion Hertel-New York

## Habitat du poisson et espèces à statut particulier

Sources :  
 Orthophoto, résolution 25 cm, © Communauté métropolitaine de Montréal, 2019  
 Orthophoto, résolution 20 cm, © Géomont, 2017 et 2014  
 Adresses Québec, MERN Québec, 1<sup>er</sup> octobre 2020  
 Adresses Québec réservoir, MERN Québec, 1<sup>er</sup> décembre 2020  
 Aires protégées du Québec, MELCC Québec, mai 2020  
 Base géographique de TransÉnergie (BTE), Hydro-Québec, mars 2021  
 Géobase du réseau hydrographique du Québec (GRHQ), MERN Québec, novembre 2019  
 Limites géopolitiques canadiennes RNCan, limites administratives SDA, 1/20 000, MRNF Québec, USGS, 1/2 000 000, juin 2015  
 Système sur les découpages administratifs (SDA), 1/20 000, MERN Québec, juin 2020  
 Données de projet, Hydro-Québec, novembre 2021  
 Inventaire et cartographie : AECOM  
 Fichier : 7670\_suc4\_tet\_004\_habitats\_230125.mxd

0 40 80 m  
 MTM, fuseau 8, NAD83 (SICRS)

Février 2023

Carte 4  
 Hydro Québec





## Bibliographie

- AECOM. 2020b. Centrale de Beauharnois et barrage de Chambly. Suivi des passes à anguilles. Déplacements migratoires de 2020. Rapport présenté à Hydro-Québec. 68 pages et annexes.
- Beaulieu, M. 2021. Guide d' intervention - Protection des sols et réhabilitation des terrains contaminés. Québec, ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques. 326 p. [En ligne] [<https://www.environnement.gouv.qc.ca/sol/terrains/guide-intervention/guide-intervention-protection-rehab.pdf>] (juin 2021)
- Bernatchez, L., et M. Giroux. 2000. Les poissons d'eau douce du Québec et leur répartition dans l'est du Canada, Broquet, Boucherville (Québec). 350 p.
- Boucher, J. 2005. Rapport sur la situation de la barbotte des rapides (*Noturus flavus*) au Québec. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec, Secteur Faune Québec, Direction du développement de la faune. 31 p.
- Boucher, J., M. Berubé, A. Boyko et M. Bourgeois. 2011. Plan de gestion du méné d'herbe (*Notropis bifrenatus*) au Canada (version finale). Série de Plans de gestion de la Loi sur les espèces en péril, Pêches et Océans Canada, Ottawa, v + 45 pp.
- Boudreault, A. 1984. Méthodologie utilisée pour la photo-interprétation des rivières à saumon de la Côte-Nord. Rapport présenté à la Direction de la faune aquatique- Ministère du Loisir, de la chasse et de la pêche Braun-Blanquet, J. 1932. Plant sociology. McGraw-Hill Book Company, New York and London.
- Braun-Blanquet, J. 1932. Plant Sociology (Trad. G.D. Fuller et H.S. Conrad). New York, McGraw-Hill. 539 p.
- Brown, T.G., B. Runciman, M.J. Bradford et S. Pollard. 2009b. A biological synopsis of yellow perch (*Perca flavescens*). Rapport manuscrit canadien des sciences halieutiques et aquatiques, n° 2883. V-28 p.
- Brown, T.G., B. Runciman, M.J. Bradford Et S. Pollard. 2009c. A biological synopsis of yellow perch (*Perca flavescens*). Rapport manuscrit canadien des sciences halieutiques et aquatiques, no 2883. v + 28 p.
- Brown, T.G., B. Runciman, S. Pollard et A.D.A. Grant. 2009a. Biological synopsis of largemouth bass (*Micropterus salmoides*). Rapport manuscrit canadien des sciences halieutiques et aquatiques, n° 2884. v-F27 p.
- Centre D'expertise En Analyse Environnementale Du Québec (CEAQ). 2013. Détermination des métaux extractibles à l'état de trace en conditions propres dans l'eau : méthode par spectrométrie de masse à source ionisante au plasma d'argon, MA. 203 – Mét.Tra. ext. 1.0, Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs du Québec, 15 p.
- Centre D'expertise Hydrique Du Québec (CEHQ). 2021. Zones inondables – Rapports techniques et cartographie en eau libre. [En ligne] <https://www.cehq.gouv.qc.ca/zones-inond/rapports-carto.htm>. Page consultée le 16 avril 2021.

- Centre D'interprétation du Milieu Écologique du Haut-Richelieu (CIME). 2017. Analyse de la valeur écologique du Richelieu et des statuts de reconnaissance possibles. Produit pour le Mouvement écologique du Haut-Richelieu. 28 p. et ann.
- Centre D'interprétation Du Milieu Écologique Du Haut-Richelieu (CIME). 2017. Analyse de la valeur écologique du Richelieu et des statuts de reconnaissance possibles. Produit pour le Mouvement écologique du Haut-Richelieu. 28 p. et ann.
- Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec (CDPNQ). 2021. Extractions du système de données floristiques-fauniques. Québec, ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques et ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs. Direction régionale de l'Estrie.
- Clarke, A. H. 1981. Les mollusques d'eau douce du Canada. Éditions Musée national des sciences naturelles, Musées nationaux du Canada. 447 p.
- Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC). 2006. Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur le chevalier de rivière (*Moxostoma carinatum*) au Canada- Mise à jour. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa. vii+36 p.
- Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC). 2012. Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur l'anguille d'Amérique (*Anguilla rostrata*) au Canada. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa. xiii + 127 p. [En ligne] : [www.registrelep-sararegistry.gc.ca/default\\_f.cfm](http://www.registrelep-sararegistry.gc.ca/default_f.cfm).
- Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC). 2013. Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur lebec-de-lièvre (*Exoglossum maxillingua*) au Canada. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa. xi + 38 p. [En ligne] : [www.registrelep-sararegistry.gc.ca/default\\_f.cfm](http://www.registrelep-sararegistry.gc.ca/default_f.cfm)
- Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC). 2021. À propos de nous [En ligne] : <https://cosewic.ca/index.php/fr/>
- Conseil Canadien des Ministres de L'Environnement (CCME). 2021. Recommandations canadiennes pour la qualité des eaux : protection de la vie aquatique. [En ligne] : <https://ccme.ca/fr/resources/qualite-de-leau#>
- Couillard, M-A., J. Boucher et S. Garceau. 2011. Protocole d'échantillonnage du fouille-roche gris (*Percina copelandi*), du dard de sable (*Ammocrypta pellucida*) et du méné d'herbe (*Notropis bifrenatus*) au Québec. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec, Faune Québec. 28 p. + 2 Annexes.
- COVABAR. 2015. Plan directeur de l' eau - Portrait du bassin versant de la rivière Richelieu et de la zone Saint-Laurent. Beloeil. COVABAR. 279 p.
- COVABAR. 2016. Les espèces exotiques envahissantes. Problématique et solutions dans le bassin versant de la rivière Richelieu. [En ligne] : [https://covabar.qc.ca/wp-content/uploads/2018/08/Causeries\\_Champlain\\_2016\\_Marcel\\_Comire\\_especes\\_envahissantes\\_web.pdf](https://covabar.qc.ca/wp-content/uploads/2018/08/Causeries_Champlain_2016_Marcel_Comire_especes_envahissantes_web.pdf). Page consultée le 14 juillet 2020.

- COVABAR. 2020. Espèces exotiques envahissantes EEE. [En ligne] <https://covabar.qc.ca/plan-directeur-eau/portrait/milieu-biologique/especes-exotiques-envahissantes-eee/> Page consultée le 2 décembre 2020.
- Cyr, H. 2008. Physical forces constrain the depth distribution of the abundant native mussel *Elliptio complanata* in lakes. *Freshwater Biology*, 53(12), 2414-2425.
- Cyr, H. 2020. The growth of juvenile native mussels (*Elliptio complanata*) in lakes varies with sediment characteristics and site exposure. *Freshwater Biology*, 65(2), 278-288.
- Desroches, J.-F. et Picard, I. 2013. Poissons d'eau douce du Québec et des Maritimes. Éditions Michel Quintin. 472 p.
- Dumont, P. et R. Fortin. 1977. Relations entre les niveaux d' eau printaniers et la reproduction du grand brochet du Haut-Richelieu et de la baie Missisquoi. Université du Québec à Montréal, Département des sciences biologiques, pour le Bureau international Champlain Richelieu, Comité d'impact sur l'environnement. x et 108 p.
- Dumont, P., M. LaHaye, J. Leclerc et N. Fournier. 1998. Caractérisation des captures d'anguilles d'Amérique dans des pêcheries commerciales de la rivière Richelieu et du lac Saint-François en 1997, p. 97-106, in M. Bernard et C. Groleau (éd.), compte rendu du troisième atelier sur les pêches commerciales, Duschesnay, du 13 au 15 janvier 1998, ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction de la faune et des habitats et Direction des affaires régionales, Québec.
- Dumont, P., M. LaHaye, J. Leclerc, K. McGrath, R. Verdon, D. Desrochers et G. Verreault. 1997. Caractérisation des captures d'anguille d'Amérique du Richelieu et du lac Saint-François, p.25-33, in M. Bernard et C. Groleau (éd.), compte rendu du deuxième atelier sur les pêches commerciales, Duschesnay, du 10 au 12 décembre 1996, ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction de la faune et des habitats et Direction des affaires régionales, Québec.
- Edwards, E.A., G. Gebhart et O.E. Maughan. 1983a. Habitat suitability information: Smallmouth bass. U.S. Department of the Interior, Fish and Wildlife Service. FWS/OBS-82/10.36. 47 p.
- Edwards, E.A., H. LI et C.B. Schreck. 1983b. Habitat suitability index models: Longnose dace. U.S. Department of the Interior, Fish and Wildlife Service. FWS/OBS-82/10.33. 13 p.
- Environnement Canada (2002). Guide d'échantillonnage des sédiments du Saint-Laurent pour les projets de dragage et de génie maritime. Volume 2 : Manuel du praticien de terrain. Environnement Canada, Direction de la protection de l'environnement, Région du Québec, Section innovation technologique et secteurs industriels. Rapport. 107 pages
- Environnement Canada et Québec, Ministère Du Développement durable, De L'environnement Et Des Parcs (MDDEP). 2007. Critères pour l' évaluation de la qualité des sédiments au Québec et cadres d' application : prévention, dragage et restauration. 39 p.  
[En ligne] : [https://www.planstlaurent.qc.ca/fileadmin/publications/diverses/Qualite\\_criteres\\_sediments\\_f.pdf](https://www.planstlaurent.qc.ca/fileadmin/publications/diverses/Qualite_criteres_sediments_f.pdf) (mai 2021)
- Fichtel, C. and Smith, D. 1995. The freshwater mussels of Vermont. Nongame & Natural heritage Program, Vermont Fish and Wildlife Department, Technical report 18. 54 p.

- Fish and Wildlife Service. 1978. Development of fishes of the mid-atlantic bight —an Atlas of egg, larval and juvenile stages. Volume I to VI. U. S. Department of the Interior. Performed for Power Plant Project Office and Biological Services.
- Fishbase. 2016a. *Notropis atherinoides*, Rafinesque, 1818 Emerald shiner. [En ligne] : <http://www.fishbase.org/summary/2824#>
- Fishbase. 2016b. *Neogobius melanostomus* (Pallas, 1814). [En ligne] : <http://www.fishbase.org/summary/12019>
- Fondation de la Faune du Québec (FFQ). 1996. Habitat du poisson : Le doré jaune. Guide d'aménagement d'habitats. Québec. 20 p.
- Fondation de la Faune du Québec (FFQ), ministère de l'Environnement et de la Faune (MEF). 1996. Habitat du poisson. Guide de planification, de réalisation et d'évaluation d'aménagements. Québec. 140 p.
- 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. Québec, Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques. 47 p. et ann. [En ligne] [<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/flrivlac/pesticides.htm>] (février 2022)
- Giroux, I. 2019. Présence de pesticides dans l'eau au Québec : Portrait et tendances dans les zones de maïs et de soya - 2015 à 2017. Québec, Direction générale du suivi de l'état de l'environnement, ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques. 64 p. et ann.
- Giroux, I. et L. Pelletier. 2012. Présence de pesticides dans l'eau au Québec : bilan dans quatre cours d'eau de zones en culture de maïs et de soya en 2008, 2009 et 2010. Québec, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du suivi de l'état de l'environnement. 46 p. et ann.
- Goulet, M.-J., S. Cholette et R. Houle. 2019. Inventaire du bec-de-lièvre (*Exoglossum maxillingua*) bassin versant de la rivière Nicolet, Estrie - Rapport technique 2019, Direction de la gestion de la faune de l'Estrie, de Montréal, de la Montérégie et de Laval, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, 45 p.
- Gouvernement du Canada (GC). 2021. Registre public des espèces à risque [En ligne] : <https://species-registry.canada.ca/index-en.html#/species?sortBy=commonNameSort&sortDirection=asc&pageSize=10>
- Guillemette, S., A. Guindon et D. Desrochers. 2019. Suivi des passes migratoires à anguille de la centrale de Beauharnois et du barrage de Chambly– 2019, [par] MILIEU Inc., [pour] l'unité Expertise, direction Environnement, Hydro-Québec Production, 92 p. + annexes.
- Haag, W. R., et Rypel, A. L. 2011. Growth and longevity in freshwater mussels: evolutionary and conservation implications. *Biological Reviews*, 86(1), 225-247.
- Hydro Québec (HQ). 2022. Étude d'impact sur l'environnement – Ligne d'interconnexion Hertel-New York. Volume 2 – Chapitre 8 à 12. Étude d'impact soumise au ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les Changements climatiques. 450 pages et annexes.

- Hydro Québec (HQ). 2022b. Étude d'impact sur l'environnement – Ligne d'interconnexion Hertel-New York. Volume 5 – Grandes cartes - Étude d'impact soumise au ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les Changements climatiques. 30 pages et annexes.
- Inskip, P.D. 1982. Habitat suitability index models: northern pike. U.S. Department of the Interior, Fish and Wildlife Service. FWS/OBS-82/10.17. 40 p.
- Jordan, C., N. Backe, M.C. Wright et C.P. Tovey. 2009. Biological synopsis of pumpkinseed (*Lepomis gibbosus*). Rapport manuscrit canadien des sciences halieutiques et aquatiques, n° 2886. iv -E 16 p.
- Kay, L.K., R. Wallus et B.L. Yeager. 1994. Reproductive biology and early life history of fishes in the Ohio river drainage. Volume 2. Catostomidae. U. S. Army/Corps of Engineers, Tennessee valley Authority Electric Power.
- Krieger, D.A., J.W. Terrell et P.C. Nelson. 1983. Habitat Suitability Information: Yellow Perch. U.S. Dept. Int., Fish Wildl. Serv. FWS/OBS-83/10.55. 37 p.
- Lake Champlain Bassin Program (LCBP). 2013. Fishes of the Lake Champlain Basin. Compiled by the Lake Champlain Basin Program April 2013. 3 p.
- Lake Champlain Bassin Program (LCBP). 2020. Fish and wildlife. [En ligne] : <https://www.lcbp.org/water-environment/ecosystem-health/fish-and-wildlife/> Page consultée le 15 juillet 2020.
- Lavoie, J.G. et J. Talbot. 1988. Stratégies de reproduction des poissons frayant en eau douce au Québec. Direction de la gestion des espèces et des habitats, 32 p. + annexes.
- Loi sur les espèces en péril (LEP). 2020. L.C. 2002, ch. 29 <https://laws.justice.gc.ca/fra/lois/s-15.3/page-2.html#h-424501>
- Loi sur les espèces en péril (LEP). 2021. L.C. 2002, ch. 29 <https://laws.justice.gc.ca/fra/lois/s-15.3/page-2.html#h-424501>
- Loi sur les espèces menacées ou vulnérables (LEMV). 2021. chapitre E-12.01 <https://www.legisquebec.gouv.qc.ca/fr/document/lc/e-12.01>
- Mackenzie, C. 2016. Lake Champlain Lake sturgeon recovery plan. Vermont Fish and Wildlife Department. 38 p. et ann.
- Mackie, G., Morris, T.J., et Ming, D. 2008. Protocole pour la détection et détournement des espèces de moules d'eau douce en péril en Ontario et des Grands Lacs. Rapport manuscrit canadien des Sciences halieutiques et aquatiques. 2790 : vi +50 p
- MCMAHON, T.E. 1982. Habitat suitability index models: Creek chub. U.S. Department of the Interior, Fish and Wildlife Service. FWS/OBS-82/10.4 23 p.
- McMahon, T.E., J.W. Terrell et P.C. Nelson. 1984. Habitat suitability information: Walleye. U.S. Department of the Interior, Fish and Wildlife Service. FWS/OBS-82/10.56. 43 p.

- Metcalfe-Smith, J. L., MacKenzie, A., Carmichael, I., McGoldrick, D. 2005. Photo field guide to the freshwater mussels of Ontario. St. Thomas Field Naturalist Club, 60p.
- Ministère de l'Environnement et de la Faune (MEF). 1994. Guide de normalisation des méthodes utilisées en faune aquatique au MEF, Direction de la faune et des habitats, Directions régionales, Québec, 37 pages et annexes.
- Ministère de l'Environnement et de la Lutte Contre les Changements Climatiques (MELCC). 2015. Identification et délimitation des milieux hydriques et riverains. [En ligne] : <http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/rives/delimitation.pdf> (2 décembre 2020).
- Ministère de l'Environnement et de la Lutte Contre les Changements Climatiques (MELCC). 2020b. Suivi de la qualité des rivières et petits cours d'eau. [En ligne] : [http://www.mdelcc.gouv.qc.ca/eau/eco\\_aqua/rivieres/annexes.htm](http://www.mdelcc.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/rivieres/annexes.htm) Page consultée le 2 décembre 2020.
- Ministère de l'Environnement et de la Lutte Contre les Changements Climatiques (MELCC). 2020. Critères de qualité de l'eau de surface au Québec. [En ligne] : [http://www.mddefp.gouv.qc.ca/eau/criteres\\_eau/index.asp](http://www.mddefp.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/index.asp)
- Ministère de l'Environnement et de la Lutte Contre les Changements Climatiques (MELCC). 2021. Sentinelle. Outil de détection des espèces exotiques envahissantes. Québec, Gouvernement du Québec. [En ligne] : <https://www.environnement.gouv.qc.ca/biodiversite/especes-exotiques-envahissantes/sentinelle.htm> (juillet 2021)
- Ministère de l'Environnement et de la Lutte Contre les Changements Climatiques (MELCC). 2021b. Atlas de l'eau. [En ligne] [<https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/atlas/atlas-argis/index.html>] (février 2022)
- Ministère de l'Environnement et de la Lutte Contre les Changements Climatiques (MELCC). 2021c. Critères de qualité de l'eau de surface. Québec, Gouvernement du Québec. [En ligne] : [https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/criteres\\_eau/index.asp](https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/index.asp) ] (juillet 2021)
- Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP). 2016. Gros plan sur la faune – Brochet maillé. [En ligne] : <https://mffp.gouv.qc.ca/faune/peche/poissons/brochet-maille.jsp>
- Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP). 2016a. Poissons du Québec. Québec, Gouvernement du Québec. [En ligne] : <http://mffp.gouv.qc.ca/faune/peche/poissons/index.jsp> (août 2016).
- Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP). 2016b. Le gobie à taches noires (*Neogobius melanostomus*). Québec, Gouvernement du Québec. [En ligne] : <https://www.mffp.gouv.qc.ca/faune/especes/envahissantes/gobie.jsp> (juillet 2016).
- Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP). 2017. Liste des espèces fauniques menacées ou vulnérables au Québec – Méné d'herbe. [En ligne] : <https://www3.mffp.gouv.qc.ca/faune/especes/menacees/fiche.asp?noEsp=80>
- Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP). 2018a. Protocole pour la prise de photos des moules vivantes.

- Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP). 2018b. Procédure pour la remise à l'eau des moules vivantes.
- Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP). 2018c. Banque de données des résultats de pêches expérimentales – «Feuilles de pêche» – Données de 1928 à 2017. Direction de la gestion de la faune de l'Estrie, de Montréal, de la Montérégie et de Laval. Env. 270 000 enregistrements.
- Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP). 2019. Liste des espèces fauniques menacées ou vulnérables au Québec – Chevalier de rivières.  
[En ligne] : <https://www3.mffp.gouv.qc.ca/faune/especes/menacees/fiche.asp?noEsp=15>
- Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP). 2020a. Liste des espèces fauniques menacées ou vulnérables au Québec – Dard de sable.  
[En ligne] : <https://www3.mffp.gouv.qc.ca/faune/especes/menacees/fiche.asp?noEsp=77>
- Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP). 2021. Espèces exotiques envahissantes animales. Québec, Gouvernement du Québec.  
[En ligne] : <https://mffp.gouv.qc.ca/la-faune/especes/envahissantes/> (juillet 2021)
- Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP). 2021b. Liste des espèces désignées comme menacées ou vulnérables au Québec  
[En ligne] : <https://mffp.gouv.qc.ca/la-faune/especes/liste-especes-vulnerables/>
- Ministère des Pêches et des Océans (MPO). 2021. Carpe asiatique.  
[En ligne] : <https://www.dfo-mpo.gc.ca/species-especes/profiles-profil/asiancarp-carpeasiatique-fra.html> Page consultée le 16 avril 2021.
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les Changements climatiques (MDDELCC) 2015. Guide d'interprétation, Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques du Québec, Direction des politiques de l'eau, 131 p.
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les Changements climatiques (MDDELCC). 2016a. Critères de qualité de l'eau de surface.  
[En ligne] : [http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/EAU/criteres\\_eau/index.asp](http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/EAU/criteres_eau/index.asp)
- Moisan, M. 1998. Rapport sur la situation du chevalier de rivière (*Moxostoma carinatum*) au Québec. Ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction de la faune et des habitats. 73 p.
- Organisme de Bassin Versant de la Baie Missisquoi (OBVBM). 2015. Plan directeur de l'eau. Bedford, OBVBM.  
[En ligne] : [\[http://www.obvbm.org/public/documents/pde/index/diagnostic/OBVBM\\_PDE\\_Diagnostic%20-%20Intro.pdf\]](http://www.obvbm.org/public/documents/pde/index/diagnostic/OBVBM_PDE_Diagnostic%20-%20Intro.pdf) (juillet 2020)
- Parc Canada (PC). 2019. Passe migratoire Vianney-Legendre. [En ligne] : <https://www.pc.gc.ca/fr/lhn-nhs/qc/saintours/nature/echelle-poissons-fish-ladder>
- Picard, I. 2018. Protocole général pour les inventaires de mulettes. Document préparé pour l'ABQ.

- Pouliot, D. et J. Caumartin. 2014. Bilan du Plan d'action d'Hydro-Québec sur l'Anguille d'Amérique 2009-2013, Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, Hydro-Québec, 31p.
- Raleigh, R.F., T. Hickman, R.C. Solomon et P.C. Nelson. 1984. Habitat suitability information: Rainbow trout. U.S. Department of the Interior, Fish and Wildlife Service. FWS/QBS-82/10.60. 64 p.
- Ridgway, I. D., Richardson, C. A., et Austad, S. N. 2011. Maximum shell size, growth rate, and maturation age correlate with longevity in bivalve molluscs. *Journals of Gerontology Series A: Biomedical Sciences and Medical Sciences*, 66(2), 183-190.
- Robitaille, J. 2005. Rapport sur la situation du méné d'herbe (*Notropis bifrenatus*) au Québec. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune. Direction du développement de la faune. 18 pages.
- Saint-Jacques, N. 1998. « Le bassin de la rivière Richelieu : Les communautés ichtyologiques et l'intégrité biologique du milieu » dans *Le bassin versant de la rivière Richelieu : l'état de l'écosystème aquatique - 1995*, ministère de l'Environnement et de la Faune (éd.), Direction des écosystèmes aquatiques, Québec, envirodoq no EN980604, rapport no EA-13, section 5.
- Scott, W. B. et Crossman, E. J. 1974. Poissons d'eau douce du Canada, ministère de l'Environnement, Service des pêches et des sciences de la mer. Ottawa. Bulletin, vol. 184. 1065 p.
- Service de la Faune Aquatique (SFA). 2011. Guide de normalisation des méthodes d'inventaire ichtyologique en eaux intérieures. Tome I, Acquisition de données. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec, 137 p.
- Stuber, R.J., G. Gebhart et O.E. Maughan. 1982. Habitat suitability index models: Largemouth bass. U.S. Department of the Interior, Fish and Wildlife Service. FWS/QBS-82/10.16. 32 p
- Trépanier, J., 2011. Diagnostic du bassin versant de la rivière du Cap Rouge. Organisme des bassins versants de la Capitale, Québec. 115 p.
- U.S. Department of Energy, Office of electricity delivery and Energy Reliability. August 2014. Champlain Hudson Power Express transmission line project environmental impact statement. Volume 1: Impact analyses. 668 pages.
- Verdon, R., D. Desrochers et P. Dumont. 2003. Recruitment of American eels in the Richelieu River and Lake Champlain: provision of upstream passage as a regional-scale solution to a large-scale problem, p. 125-138, in D.A. Dixon (éd.), *Biology, Management, and Protection of Catadromous Eels*, American Fisheries Society Symposium 33 (Missouri).



**Annexe A      Éléments sensibles du milieu naturels (Carte A)**



Éléments sensibles du milieu naturel

Sources :

- Cartoplot, résolution 20 cm, © Géomatix, 2014 et 2017
- BDTQ, 1/20 000, MRNF Québec, 2007
- Base cartographique et données complémentaires des États-Unis, U.S. Geological Survey (USGS), 2012
- Adresses Québec, MERN Québec, 1<sup>er</sup> octobre 2020
- Aire protégée du Québec, MDDELCC Québec, mars 2017
- Atlas des arthropodes et reptiles du Québec (AARQ), Société d'histoire naturelle de la vallée du Saint-Laurent, 2020
- Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec (CDPNQ), MDDELCC, 2021
- Classification des milieux humides et modification de la sauvergne dans le Québec forestier, Canards Illimités Canada, 2019
- Classification des milieux humides et modification de la sauvergne dans le Québec forestier, Canards Illimités Canada, 2019
- Habitat Québec, Réseau Montagne, 2020
- Établissements, Direction des inventaires forestiers, MFFP, 2016
- Habitat du poisson, MFFP, 1992
- Habitats fauniques du Québec (HAFQ), MERN Québec, 2015
- Limites géologiques canadiennes RNCan, limites administratives SDA, 1/20 000, MRNF Québec, GSCS, 1/2 000 000, 2015
- Réseau ferroviaire national (RFN), 1/10 000, RNCan, août 2015
- Système sur les découpages administratifs (SDA), 1/20 000, MERN Québec, mars 2021
- Données de projet, Hydro-Québec, avril 2021

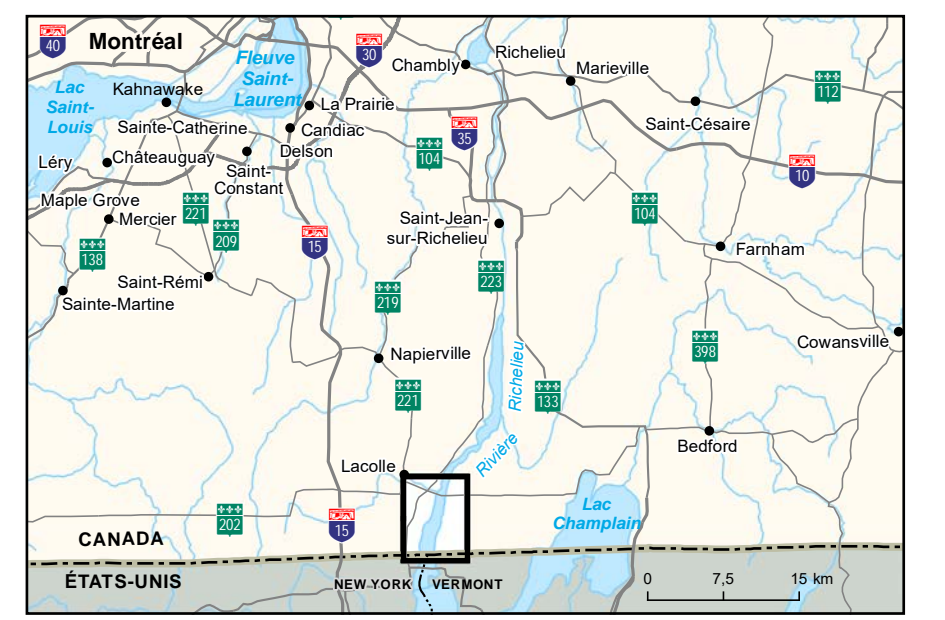
Cartographie : AECOM  
Fichier : 7670\_AncA\_mt\_013\_mature\_230125.mxd

0 100 200 300 m

MTM, fuseau 8, NAD83 (SGRS)

Carte A

Février 2023



**Végétation**

- Établère à bon potentiel arboricole en territoire agricole protégé
- Milieu humide

**Espèces floristiques à statut** *Donnée à diffusion restreinte non cartographiée*

- Espèce floristique à statut ou susceptible d'être désignée

**Faune**

- Habitat de reproduction du poisson
- Observation de l'herpétofaune
- Observation de l'avifaune

**Habitat faunique**

- Aire de concentration d'oiseaux aquatiques
- Habitat du rat musqué
- Limite de l'habitat faunique

**Espèces fauniques à statut** *Donnée à diffusion restreinte non cartographiée*

- Échassier à statut
- Oiseau de proie à statut
- Tortue à statut
- Couleuvre à statut
- Poisson à statut
- Espèce faunique à statut ou susceptible d'être désignée

**Aire protégée**

- Réserve de biodiversité projetée Samuel-De Champlain

**Hydrographie**

- Cours d'eau
- Cours d'eau intermittent
- Étendue d'eau
- Courbe bathymétrique (équidistance des courbes : 1 mètre)
- Ligne des hautes eaux
- Zones de récurrence 20 ans
- Zone de récurrence 100 ans

**Infrastructures**

- Route régionale
- Route locale
- Autre route
- Voie ferrée

**Limites**

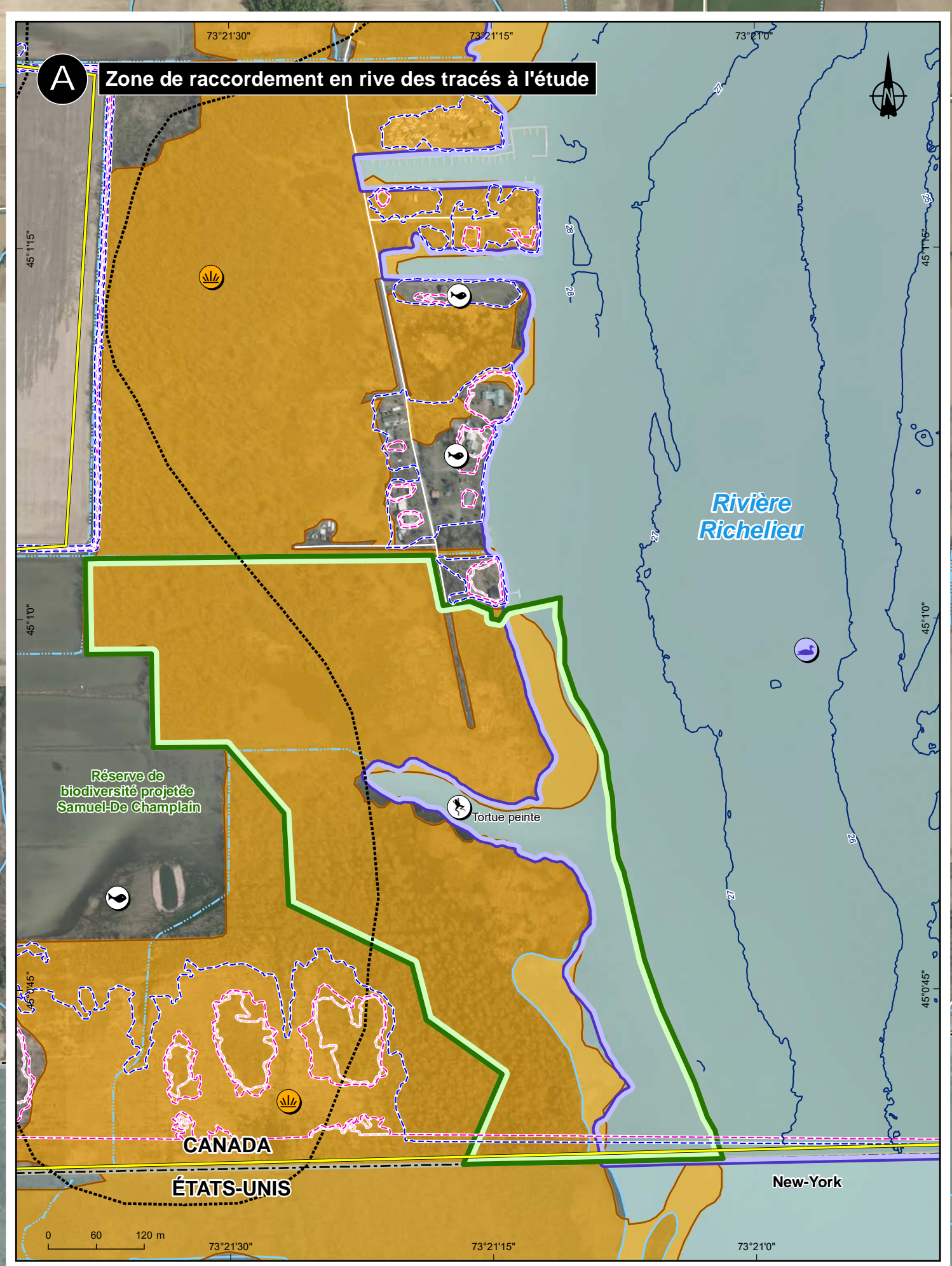
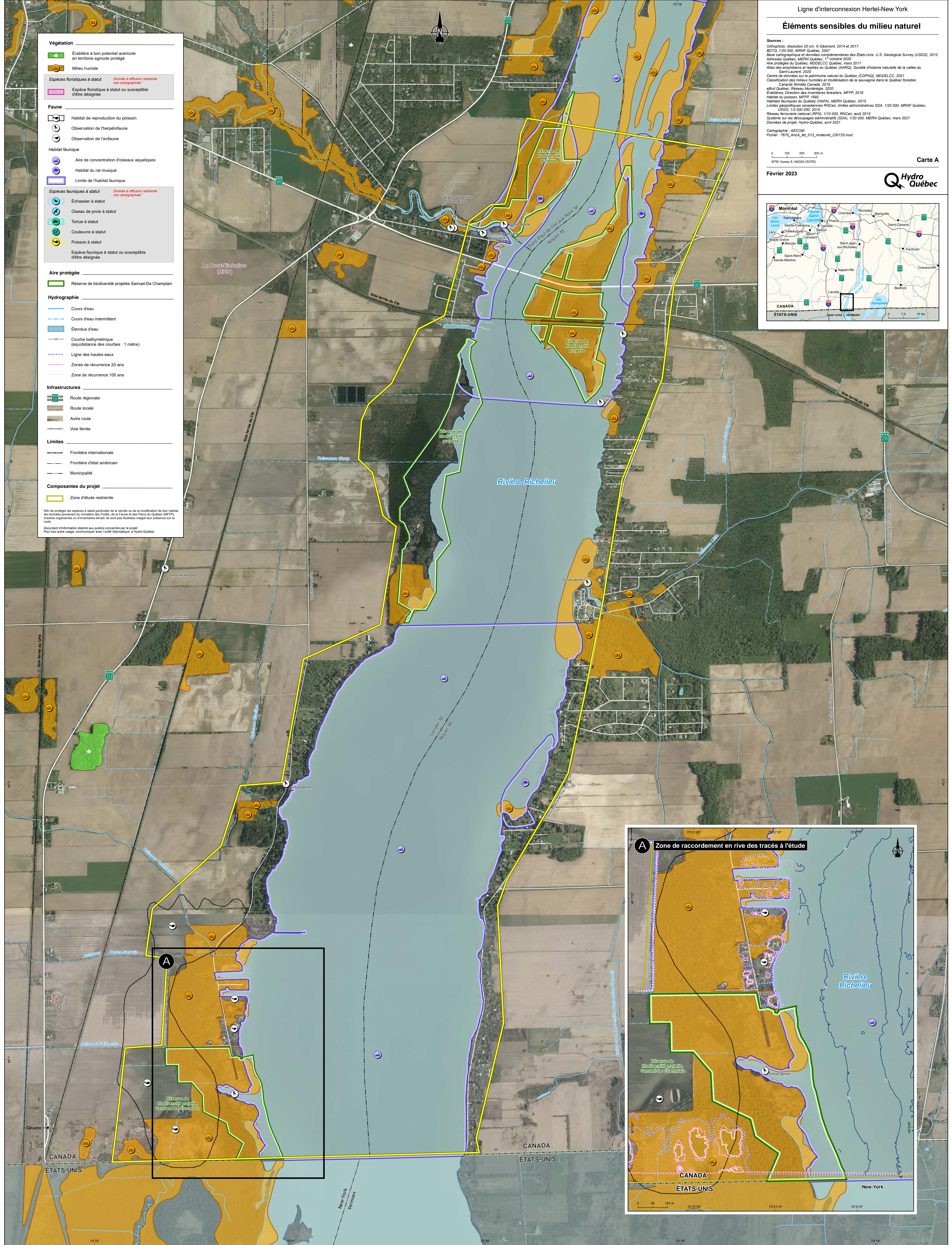
- Frontière internationale
- Frontière d'état américain
- Municipalité

**Composantes du projet**

- Zone d'étude restreinte

\* Afin de protéger les espèces à statut particulier de la récolte ou de la modification de leur habitat, les données provenant du ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs du Québec (MFFP), d'autres organismes ou d'inventaires terrain ne sont pas illustrées malgré leur présence sur la carte.

Document d'information destiné aux publics concernés par le projet. Pour tout autre usage, communiquer avec l'unité Géomatique, à Hydro-Québec.





**Annexe B      Répertoire photographique**





Photo B 1 : Habitat homogène HH1-1  
(18 septembre 2020)



Photo B 2 : Habitat homogène HH1-2  
(18 septembre 2020)



Photo B 3 : Habitat homogène HH1-3  
(18 septembre 2020)

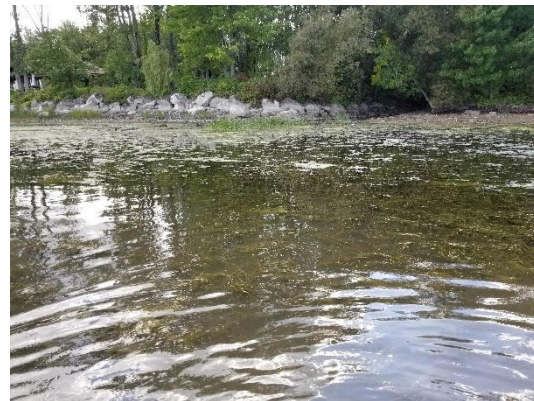


Photo B 4 : Habitat homogène HH1-5  
(18 septembre 2020)



Photo B 5 : Habitat homogène HH1-6  
(18 septembre 2020)



Photo B 6 : Habitat homogène HH1-7  
(18 septembre 2020)



Photo B 7 : Habitat homogène HH2-1  
(19 septembre 2020)



Photo B 8 : Habitat homogène HH2-2  
(19 septembre 2020)



Photo B 9 : Habitat homogène HH2-2  
(19 septembre 2020)



Photo B 10 : Habitat homogène MH2-2,  
amont (19 septembre 2020)



Photo B 11 : Habitat homogène MH2-2, aval  
(19 septembre 2020)





Photo B 12 : Station de benne B5  
(17 septembre 2020)



Photo B 13 : Station de benne B6  
(17 septembre 2020)



Photo B 14 : Station de benne B7  
(17 septembre 2020)



Photo B 15 : Station de benne B8  
(17 septembre 2020)



Photo B 16 : Station de benne B9  
(18 septembre 2020)



Photo B 17 : Station de benne B10  
(17 septembre 2020)



Photo B 18 : Station de benne B11  
(17 septembre 2020)



Photo B 19 : Station de benne B12  
(17 septembre 2020)



Photo B 20 : Station de benne B13  
(17 septembre 2020)



Photo B 21 : Station de benne B14  
(17 septembre 2020)



Photo B 22 : Station de benne B15  
(17 septembre 2020)



Photo B 23 : Station de benne B16  
(17 septembre 2020)



Photo B 24 : Station de benne B17  
(15 septembre 2020)



Photo B 25 : Station de benne B18  
(17 septembre 2020)

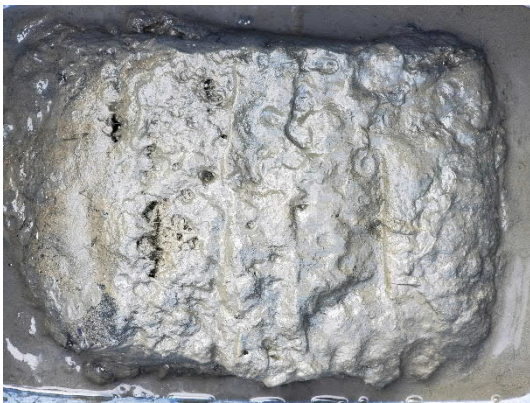


Photo B 26 : Station de benne B19  
(17 septembre 2020)



Photo B 27 : Station de benne B20  
(18 septembre 2020)



Photo B 28 : Station de benne B21  
(18 septembre 2020)



Photo B 29 : Station de benne B22  
(18 septembre 2020)



Photo B 30 : Station de benne B23  
(18 septembre 2020)



Photo B 31 : Station de benne B24  
(18 septembre 2020)



Photo B 32 : Station de benne B25  
(17 septembre 2020)



Photo B 33 : Station de benne B26  
(17 septembre 2020)



Photo B 34 : Station de benne B27  
(18 septembre 2020)



Photo B 35 : Crapet de roche  
(15 septembre 2020)



Photo B 36 : Crapet-soleil  
(15 septembre 2020)



Photo B 37 : Poisson-castor  
(15 septembre 2020)



Photo B 38 : Poissons capturés à la seine de rivage (18 septembre 2020)



Photo B 39 : Achigan à grande bouche  
(19 septembre 2020)



Photo B 40 : Perchaude  
(19 septembre 2020)



Photo B 41 : Méné bleu  
(19 septembre 2020)



Photo B 42 : Tortue peinte  
(19 septembre 2020)



Photo B 43 : Station de benne 28 (28 juillet  
2021)



Photo B 44 : Station de benne 29 (28 juillet  
2021)



Photo B 45 : Station de benne 30 (28 juillet  
2021)



Photo B 46 : Station de benne 31 (28 juillet  
2021)



Photo B 47 : Station de benne 32 (28 juillet 2021)



Photo B 48 : Station de benne 33 (28 juillet 2021)



Photo B 49 : Station de benne 34 (28 juillet 2021)



Photo B 50 : Station de benne 35 (28 juillet 2021)



Photo B 51 : Station de benne 36 (28 juillet 2021)



Photo B 52 : Station de benne 37 (28 juillet 2021)



Photo B 53 : Station de benne 38 (28 juillet 2021)



Photo B 54 : Station de benne 39 (28 juillet 2021)



Photo B 55 : Station de benne 40 (28 juillet 2021)



Photo B 56 : Station de benne 41 (28 juillet 2021)



Photo B 57 : Station de benne 42 (28 juillet 2021)



Photo B 58 : Station de benne 43 (28 juillet 2021)





Photo B 59 : Station de benne 44 (28 juillet 2021)



Photo B 60 : Station de benne 45 (28 juillet 2021)



Photo B 61 : Station de benne 46 (28 juillet 2021)



**Annexe C      Habitats préférentiels selon les espèces**



**Tableau 1 : Préférences d'habitats des espèces capturés dans la rivière Richelieu lors des inventaires de 2020 et 2021**

Famille	Espèce	Habitat de fraie				Habitat d'alevinage			Habitat alimentation		
		Période	Courant (m/s)	Profondeur (m)	Substrat	Courant (m/s)	Profondeur (m)	Substrat	Général	Profondeur (m)	Substrat
Amiidés	Poisson-castor <sup>b, z</sup>	Fin mai à juin	Faible	Peu profond (0,3 à 0,6)	Végétation aquatique, herbiers	Faible	Peu profond (0,3 à 0,6)	Végétation aquatique, herbiers, substrat vaseux	Herbiers aquatiques, fleuve et tributaires	Peu profond	Vase, végétation aquatique
Anguillidés	Anguille d'Amérique <sup>b, z</sup>	Février (Mer de Sargasses)	-	400 m (Mer de Sargasses)	-	Grande variété d'habitats d'eau douce et saumâtre	Grande variété d'habitats d'eau douce et saumâtre	Grande variété d'habitats d'eau douce et saumâtre	Grande variété d'habitats d'eau douce, herbiers	Grande variété d'habitats d'eau douce	Grande variété d'habitats d'eau douce
Athérinidés	Crayon d'argent <sup>a, b</sup>	Mai à juillet	Possible dans courant modéré		Végétation aquatique, parfois gravier	-	En surface des zones profondes	-	Eaux claires et tranquilles des lacs et rivières	-	Végétation aquatique
Catostomidés	Meunier noir <sup>b, z</sup>	Mai à juin	Faible ou rapide	Peu profond	Gravier	-	-	Juveniles : présumé similaire aux adultes	Eaux calmes et chaudes des lacs et tributaires	Peu profond : < 9,1	-
Centrarchidés	Achigan à grande bouche <sup>a, b, c, d, e, r</sup> (espèce valorisée pour la pêche)	Juin et juillet	< 0,10	0,15 à 7,5	Dépôts meubles (gravier, végétaux, sable, vase)	Larves : ne tolèrent pas > 0,27. Optimal lorsque < 0,04 ; juvéniles : présumé similaire aux adultes.	Juveniles : présumé similaire aux adultes	Juveniles : présumé similaire aux adultes	Petits lacs et baies des plus grands lacs, parfois grandes rivières. Faible vitesse.	Peu profond : < 6,0	Couvert de végétation aquatique abondant
	Achigan à petite bouche <sup>a, b, c, d, g, h</sup> (espèce valorisée pour la pêche)	Mai à juillet	Faible	0,3 à 7,0	Sable, gravier, cailloux avec débris de roches, billots	Juveniles : faible	Larves : généralement faible	-	Eaux claires, bassins profonds, lacs et rivières à courant moyen.	Variable	Zones rocailleuses
	Crapet arlequin <sup>b, z</sup>	Juin et juillet	Faible, eaux calmes	Peu profonde	Sable, gravier, cailloux, vase	Faible	Larves : généralement faible	Larves et juvéniles : végétation aquatique	Marais, lacs et cours d'eau lents, zones herbeuses et chaudes	Peu profond	Végétation aquatique dense
	Crapet de roche <sup>a, b, c, d</sup>	Juin et juillet	Eaux calmes	Peu profonde	Sable grossier, gravier, matière organique	-	Juveniles : peu profond	Larves et juvéniles : végétation aquatique	Lacs, secteurs d'eau chaude et tranquille des cours d'eau	Peu profond	Lac : zones rocheuses ; cours d'eau : végétation dense
	Crapet-soleil <sup>a, b, d, k</sup>	Juin à août	Faible	0,10 à 0,30	Boue, sable, gravier, pierres végétation aquatique	Faible	Peu profond	Larves et juvéniles : végétation aquatique	Eaux calmes et rivières à écoulement lent	Peu profond	Zones herbeuses, végétation submergée
	Marigane noire <sup>b, z</sup>	Fin mai à mi-juillet	Faible	0,25 à 0,61	Sable, gravier, cailloux, vase	Faible	Peu profond	Végétation dense sur fond sablonneux ou boueux	Marais et cours d'eau lents, eaux chaudes, tranquilles et claires	Peu profond	Divers substrats, végétation dense
Clupeidés	Gaspereau <sup>b, z</sup> (Poisson anadrome)	Mai à juin	-	Peu profonde	Sable, gravier	Larves : courant faible Juvéniles : présumé similaire aux adultes	Juveniles : présumé similaire aux adultes	Juveniles : présumé similaire aux adultes	Fleuve Saint-Laurent, tributaires et en mer	Eau profonde	-
Cyprinidés	Méné à museau arrondi <sup>a, b, d</sup>	Mai à août	-	Peu profond	Sous une pierre plate ou billot	-	-	-	Variable : lacs, ruisseaux et rivières à courant faible ou modéré, eaux claires ou troubles	Peu profond	Sans végétation aquatique, sable, gravier
	Méné à nageoires rouges <sup>a, b, z</sup>	Mai et juin	Courant modéré	Peu profond	Gravier	Juveniles : présumé similaire aux adultes	Juveniles : présumé similaire aux adultes	Juveniles : présumé similaire aux adultes	Ruisseaux et petites rivières à fond graveleux ou de sable aux eaux fraîches	Peu profond	Gravier
	Méné émeraude <sup>a, b, p</sup>	Juin à août	Eaux vives ou lentes	Entre deux eaux	Gravier ou caillou	-	-	-	En surface et au large des grandes rivières et grands lacs aux eaux claires ou légèrement troubles	En surface de jour, en profondeur la nuit	Sable, gravier
	Méné à tache noire <sup>a, b, c</sup>	Juin et juillet	Eaux vives ou lentes	<9	Sable, gravier		Juveniles : peu profond	Juveniles : végétation aquatique abondante	Grandes rivières à courant faible à modéré, grands lacs aux eaux claires	Eaux profondes de jour, littoral la nuit	Sable, gravier, végétation aquatique
	Méné bleu <sup>b, z</sup>	Mai à août	Lent à modéré	Peu profond	Sous billots, végétation ou racines submergées	Lent à modéré	Peu profond	Juveniles : près de végétation aquatique	Grandes et moyennes rivières, fleuve et tributaires, baies de lacs et marais	-	Sans végétation aquatique, sable ou gravier recouvert d'une couche de matière organique
	Méné d'argent <sup>b, z</sup>	Mai	Secteur d'eau tranquille	Peu profond : <0,3	Herbiers aquatiques émergents à fond meuble, vase	Faible	Peu profond	Juveniles : au sein de la végétation aquatique émergente	Réseau fluvial du Saint-Laurent, les rivières et tributaires, marais	Variable	Herbiers aquatiques à fond meuble

**Tableau 1: Préférences d'habitats des espèces capturés dans la rivière Richelieu lors des inventaires de 2020 et 2021 (suite)**

Famille	Espèce	Habitat de fraie				Habitat d'alevinage			Habitat alimentation		
		Période	Courant (m/s)	Profondeur (m)	Substrat	Courant (m/s)	Profondeur (m)	Substrat	Général	Profondeur (m)	Substrat
Cyprinidés	Méné jaune <sup>a,b,c</sup>	Mai à août	-	Peu profond	Végétation	Faible	Juveniles : variable	Juveniles : près de végétation aquatique	Eaux chaudes, tranquilles, rivières, lacs	Variable	Substrat mou, rarement rocailloux, généralement avec végétation aquatique
	Méné pâle <sup>a,b</sup>	Juin à juillet	Faible	-	Végétation aquatique	Juveniles : présumé similaire aux adultes	Juveniles : présumé similaire aux adultes	Juveniles : présumé similaire aux adultes	Zones calmes des rivières aux eaux claires et/ou troubles	Peu profond	Substrat mou à proximité de végétation aquatique
	Gardon rouge <sup>a,b</sup>	Mai et juin	-	-	Végétation aquatique	Juveniles : présumé similaire aux adultes	Juveniles : présumé similaire aux adultes	Juveniles : présumé similaire aux adultes	Grandes rivières calmes, lacs et étangs	-	-
	Mulet à cornes <sup>a,b,q</sup>	Avril à juillet	0,04; eaux tranquilles	Peu profonde	Gravier	Larves : < 0,10 ; juveniles : présumé similaire aux adultes	Peu profond	-	Cours d'eau et ruisseaux clairs, gradient de 3 à 23 mikm, avec vélocité < 0,60 m/s	Idéalement >2	Grossier, végétation aquatique
	Tanche <sup>a,b</sup>	Juin et juillet	Eaux calmes	Peu profonde	Dense végétation aquatique	Juveniles : présumé similaire aux adultes	Juveniles : présumé similaire aux adultes	Juveniles : présumé similaire aux adultes	Eaux calmes	Peu profondes	Vaseux et riche en végétation aquatique
Ésocidés	Grand brochet <sup>a,b,d,i,n</sup> (espèce valorisée pour la pêche)	Avril et mai	< 0,3	< 1,2	Organique (végétal)	< 0,3	Peu profond	Végétation	Eaux claires et chaudes des rivières sinueuses ou des baies chaudes des lacs	Généralement < 10	Végétation
Fondulidés	Fondule barré <sup>a,b,c</sup>	Mai à juillet	Eaux tranquilles	-	Végétation aquatique	-	Larves : 3 à 6 ; juveniles : peu profond	-	Lacs, étangs, rivières	Peu profond	Végétation aquatique, sable, gravier
Ictaluridés	Barbotte brune <sup>a,b,d</sup>	Mai et juin	Faible	Peu profond, < 1,52	Fond vaseux ou sablonneux	-	-	-	Eau chaude des lacs et étangs, et baies des grands lacs	Faible	Avec ou sans végétation, sable, vase
Moronidés	Baret <sup>b,z</sup>	Mai à juillet	-	Peu profonde <3,7	Sans préférence marquée	-	-	-	Fleuve Saint-Laurent et principaux tributaires, eaux chaudes	-	-
Percidés	Fouille-roche zébré <sup>a,b,c</sup>	Juin et juillet	Variable : lent ou rapide	Peu profond (0,1 à 2,0)	Sable, gravier, blocs	-	Larves : variable selon le stade de maturation et le cycle circadien ; juveniles : tendance aux faibles profondeurs	-	Lacs et grandes rivières	Préfère 0,6 ; max. de 40	Cailloux, gravier, sable, limon, rarement vase, parfois près de végétation aquatique
	Perchaude <sup>a,b,i,s,w</sup> (espèce valorisée pour la pêche)	Avril et mai	< 0,05	<4	Limon, gravier, roches, matière organique, végétation et matières ligneuses	Larves : < 0,25	Peu profond	-	Abondant surtout dans les endroits dégagés des lacs à végétation modérée, à eaux claires	Généralement < 9,2	Fond variant de boueux à sablonneux et graveleux, parsemé de végétation aquatique.
	Raseux-de-terre gris <sup>a,b,z</sup>	Mai et juin	-	-	Rocheux	Juveniles : présumé similaire aux adultes	Juveniles : présumé similaire aux adultes	Juveniles : présumé similaire aux adultes	Variable, surtout petits cours d'eau à courant faible	Semble variable	Vase, sable, sans végétation aquatique
	Raseux-de-terre noir <sup>a,b,z</sup>	Mai et juin	-	-	Rocheux	Juveniles : présumé similaire aux adultes	Juveniles : présumé similaire aux adultes	Juveniles : présumé similaire aux adultes	Variable, surtout petits cours d'eau à courant faible	Semble variable	Vase, sable, sans végétation aquatique
Petromyzontidés	Lamproie marine <sup>a,b</sup>	Mai à août	Modéré 0,2 à 0,8	>0,5 (peu profonde à profonde)	Gravier, sable, limon, matière organique	-	Dans le substrat même	Sable, limon, matière organique	Rivières, fleuves, mer	-	Parasite des poissons
Umbridés	Umbre de vase <sup>a,z</sup>	Avril	Lent	Peu profond	Végétation aquatique	Juveniles : présumé similaire aux adultes	Juveniles : présumé similaire aux adultes	Juveniles : présumé similaire aux adultes	Eaux claires, chaudes et peu oxygénées des étangs	Peu profond	Végétation dense sur fond de vase ou de matière organique

a: Bernatchez et Giroux, 2000 ; b : Scott et Crossman, 1998; c : Fish and Wildlife Service, 1978; d : Québec, MFFP, 2016<sub>a</sub> ; e : Brown et coll., 2009<sub>a</sub> ; f : Stuber et coll., 1982; g : Edwards et coll., 1983<sub>a</sub> ; h : Brown et coll., 2009<sub>b</sub> ; i : Boucher, 2005 ; j : Lavoie et albot, 1988; k : Jordan et coll., 2009 ; l : McMahon et coll., 1984 ; m : Québec, MFFP, 2016<sub>b</sub> ; n : Inskip, 1982; o : Robitaille, 2005 ; p : FishBase, 2016<sub>a</sub> ; q : McMahon, 1982 ; r : Edwards et coll., 1983<sub>b</sub> ; s : Krieger et coll., 1983; t : Kay et coll., 1994; u : Moisan, 1998; v : Raleigh et coll., 1984; w : Brown et coll., 2009<sub>c</sub> ; x : FFQ, 1996); y : FishBase, 2016<sub>b</sub> ; z: Desroches et Picard, 2013

**Tableau 2 : Potentiel d'habitat des espèces de poissons à statut particuliers capturés ou potentiellement présents dans la rivière Richelieu**

Famille	Espèce	Habitat de fraie					Habitat d'alevinage				Habitat alimentation				
		Période	Courant (m/s)	Profondeur (m)	Substrat	Habitats propices	Courant (m/s)	Profondeur (m)	Substrat	Habitats propices	Général	Profondeur (m)	Substrat	Habitats propices	
Anguillidés	Anguille d'Amérique <sup>a, b</sup>	Fraie dans la mer des Sargasses					-	Grande variété d'habitats d'eau douce et saumâtre	Grande variété d'habitats d'eau douce et saumâtre	Grande variété d'habitats d'eau douce et saumâtre	HH1-2, HH1-3, HH1-4, HH1-5, HH1-6, HH1-8, HH1-8, HH2-1, HH2-2, HH2-3, HH2-4, HH2-5	Grande variété d'habitats d'eau douce, herbiers	Grande variété d'habitats d'eau douce	Grande variété d'habitats d'eau douce	HH1-2, HH1-3, HH1-4, HH1-5, HH1-6, HH1-8, HH1-8, HH2-1, HH2-2, HH2-3, HH2-4, HH2-5
Catostomidés	Chevalier de rivière <sup>a, b</sup>	Juin	Moyen	Moyen < 2	Gravier	-	Herbiers	Juveniles: 1,5	Fins (limon, argile ou sable)	HH1-2, HH1-3, HH1-4, HH1-5, HH1-6, HH1-7, HH2-1, HH2-2, HH2-3	Rivières de basse-terre de taille moyenne à courant modéré à rapide à chenaux profonds.	Chenaux de 4 à 7 m	Substrats grossiers et propres	HH-Centre	
Cyprinidés	Bec-de-lièvre <sup>a, b</sup>	Mai à juillet	Moyen		Nids de cailloux, sans végétation aquatique	HH1-1 HH1-8	Moyen		Juveniles: présumé similaire aux adultes	HH1-1	Rivières et ruisseaux à eau claire à courant moyen ou fort		Gravier et roche libre de végétation aquatique	HH1-1	
	Méné d'herbe <sup>a, b</sup>	Mai à août	Secteur d'eau tranquille	Peu profond	Herbiers aquatiques submergés	HH1-2, MH1-3, HH1-4, HH1-5, HH1-6, H1-7, HH2-1, HH2-2, HH2-3	Faible	Peu profond	Herbiers aquatiques submergés	HH1-2, HH1-3, HH1-4, HH1-5, HH1-6, HH1-7, HH2-1, HH2-2, HH2-3	Cours d'eau clairs et tranquilles	Peu profond	Herbiers aquatiques à fond de vase ou de sable	HH1-2, HH1-3, HH1-4, HH1-5, HH1-6, MH1-7, MH2-1, MH2-2, HH2-3	
Percidés	Dard de sable <sup>a, b</sup>	Mai à juillet	Modéré	Peu profond	Sable, gravier, sans végétation aquatique	-	Juveniles: présumé similaire aux adultes	Juveniles: présumé similaire aux adultes	Juveniles: présumé similaire aux adultes	-	Rivières claires de largeur moyenne à grande au courant faible à modéré	Généralement <1,5	Sable, gravier, vase, exempt de macrophytes aquatiques	-	

a: Bernatchez et Giroux, 2000 ; b : Scott et Crossman, 1998; c : Fish and Wildlife Service, 1978; d : Québec, MFFP, 2016; e : Brown et coll., 2009<sub>a</sub> ; f : Stuber et coll., 1982; g : Edwards et coll., 1983<sub>a</sub> ; h : Brown et coll., 2009<sub>b</sub> ; i : Boucher, 2005 ; j : Lavoie et albot, 1988; k : Jordan et coll., 2009 ; l : McMahon et coll., 1984 ; m : Québec, MFFP, 2016<sub>b</sub> ; n : Inskip, 1982; o : Robitaille, 2005 ; p : FishBase, 2016<sub>a</sub> ; q : McMahon, 1982 ; r : Edwards et coll., 1983<sub>b</sub> ; s : Krieger et coll., 1983; t : Kay et coll., 1994; u : Moisan, 1998; v : Raleigh et coll., 1984; w : Brown et coll., 2009<sub>c</sub> ; x : FFQ, 1996); y : FishBase, 2016<sub>b</sub> ;

z: Desroches et Picard, 2013

**Gras:** espèces à statut particulier non observées, mais potentiellement présentes





## **Annexe D      Captures par habitats homogènes**



Tableau E-2 : Captures réalisées dans la rivière Richelieu au cours des différentes campagnes entre septembre 2020 et juillet 2021

Espèce			Habitat homogène													Ruisseau				Total général
Nom commun	Nom scientifique	Code espèce	HH1-1	HH1-2	HH1-3	HH1-5	HH1-6	HH1-7	HH1-8	Centre	HH2-1	HH2-2	HH2-3	HH2-4	HH2-5	Fairbanks	Patenaude	Boyce-Gervais	Embouchure Patenaude/ Boyce	
<b>Amiidae</b>																				
Poisson-castor	<i>Amia calva</i>	AMCA		18		22				1	2	1								44
<b>Anguillidae</b>																				
Anguille d'Amérique	<i>Anguilla rostrata</i>	ANRO	1			4				1	2		1			1				10
<b>Atherinopsidae</b>																				
Crayon d'argent	<i>Labidesthes sicculus</i>	LASI	54	24	3	66		34				2								183
<b>Catostomidae</b>																				
Meunier noir	<i>Catostomus commersonii</i>	CACO			1							2	1				25			29
<b>Centrarchidae</b>																				
Achigan sp.	<i>Micropterus sp.</i>	-						2												2
Achigan à grande bouche	<i>Micropterus salmoides</i>	MISA	33	22	2	107	3				6		2				5		2	182
Achigan à petite bouche	<i>Micropterus dolomieu</i>	MIDO	25	1		21	2			5	4	2	7							67
Centrarchidae sp.	<i>Centrarchidae sp.</i>	-				15														15
Crapet arlequin	<i>Lepomis macrochirus</i>	LEMA		23	6	322	12				8		1			1				373
Crapet de roche	<i>Ambloplites rupestris</i>	AMRU	18	5	6	112	6	1			52	6	5				5			216
Crapet soleil	<i>Lepomis gibbosus</i>	LEGI	50	139	52	1 058	37	7	1	5	18	4	7			105	104	18		1 605
Crapet sp.	<i>Crapet sp.</i>	PONI ou LEGI				2			2											4
Marigane noire	<i>Pomoxis nigromaculatus</i>	PONI	25	2	4	179	1	1			2		1			2				217
<b>Clupeidae</b>																				
Alosa sp.	<i>Alosa sp.</i>	ALSP				17														17
Gaspereau	<i>Alosa pseudoharengus</i>	ALPS	1			440	27						2							470
<b>Cyprinidae</b>																				
Gardon rouge	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	SCER		7	6	13		3		3	1		2				3			38
Méné à museau arrondi	<i>Pimephales notatus</i>	PINO	54	930	149	272	6	24			31	23					11	29	35	1 564
Méné à nageoires rouges	<i>Luxilus cornutus</i>	LUCO															3			3
Méné à queue tachée	<i>Notropis hudsonius</i>	NOHU		3			3				2							220		228
Méné bleu	<i>Cyprinella spiloptera</i>	CYSI		1		31						4					40		715	791
Méné d'argent	<i>Hybognathus regius</i>	HYRE	1	6		25											1	3		36
Méné émeraude	<i>Notropis atherinoides</i>	NOAT		2		190		33									1			226
Méné jaune	<i>Notemigonus crysoleucas</i>	NOCR	260	375	70	440	4	3			12					15	17	265	3	1 464



Tableau E-2 : Captures réalisées dans la rivière Richelieu au cours des différentes campagnes entre septembre 2020 et juillet 2021 (suite)

Espèce			Habitat homogène													Ruisseau				Total général
Nom commun	Nom scientifique	Code espèce	HH1-1	HH1-2	HH1-3	HH1-5	HH1-6	HH1-7	HH1-8	Centre	HH2-1	HH2-2	HH2-3	HH2-4	HH2-5	Fairbanks	Patenaude	Boyce-Gervais	Embouchure Patenaude/ Boyce	
<b>Clupeidae</b>																				
Méné pâle	<i>Notropis volucellus</i>	NOVO				5											1			6
Mulet à cornes	<i>Semotilus atromaculatus</i>	SEAT		1													1	5		7
Tanche	<i>Tinca tinca</i>	TITI				1				2								1		4
<b>Esocidae</b>																				
Grand brochet	<i>Esox lucius</i>	ESLU	1	1	2	5		1	2	1						7	2	2		24
<b>Fundulidae</b>																				
Fondule barré	<i>Fundulus diaphanus</i>	FUDI	56	25	18	595	29	1			445	394	1			1	22	20	1	1 608
<b>Ictaluridae</b>																				
Barbotte brune	<i>Ameiurus nebulosus</i>	AMNE		7	6	25		1	1	1	13		3	1		1	8	49		116
<b>Moronidae</b>																				
Baret	<i>Morone americana</i>	MOAM				2														2
<b>Percidae</b>																				
Fouille-roche zébré	<i>Percina caprodes</i>	PECA		4		9	1			2	1									17
Perchaude	<i>Perca flavescens</i>	PEFL	66	828	697	3 726	9	18	5	89	326	235	12	5	31	32	24	25	9	6 137
Raseux-de-terre gris	<i>Etheostoma olmstedi</i>	ETOL	60	12	1	38	5				32	342	7				5	10	40	552
Raseux-de-terre noir	<i>Etheostoma nigrum</i>	ETNI	18			1	2				2	4								27
<b>Petromyzontidae</b>																				
Lamproie marine	<i>Petromyzon marinus</i>	PEMA			1															1
<b>Umbridae</b>																				
Umbre de vase	<i>Umbra limi</i>	UMLI				1										10				11
<b>Inconnu</b>																				
Inconnu	-	-				4														4
<b>Total général</b>			723	2 436	1 024	7 748	147	129	11	110	959	1 019	52	6	31	175	278	647	805	16 300



Tableau E-3 : Captures réalisées dans la rivière Richelieu lors de la campagne de septembre 2020

Espèce			Habitat homogène											Ruisseau			Total général
Nom commun	Nom scientifique	Code espèce	HH1-1	HH1-2	HH1-3	HH1-5	HH1-6	HH1-7	HH1-8	Centre	HH2-1	HH2-2	HH2-3	Patenaude	Boyce-Gervais	Embouchure Patenaude/ Boyce	
<b>Amiidae</b>																	
Poisson-castor	<i>Amia calva</i>	AMCA				14				1	1						16
<b>Anguillidae</b>																	
Anguille d'Amérique	<i>Anguilla rostrata</i>	ANRO				4					1		1				6
<b>Atherinopsidae</b>																	
Crayon d'argent	<i>Labidesthes sicculus</i>	LASI	38	1	3	59						2					103
<b>Catostomidae</b>																	
Meunier noir	<i>Catostomus commersonii</i>	CACO											1	1			2
<b>Centrarchidae</b>																	
Achigan à grande bouche	<i>Micropterus salmoides</i>	MISA	11	2	2	92	3				3		2	5		2	122
Achigan à petite bouche	<i>Micropterus dolomieu</i>	MIDO	24			20	2			2	3	1	7				59
Crapet arlequin	<i>Lepomis macrochirus</i>	LEMA			6	304	12				8		1				331
Crapet de roche	<i>Ambloplites rupestris</i>	AMRU	18	1	2	97	6				18		4				146
Crapet soleil	<i>Lepomis gibbosus</i>	LEGI	50		27	923	36		1	5	6		5				1 053
Crapet sp.	<i>Crapet sp.</i>	PONI ou LEGI				2			2								4
Marigane noire	<i>Pomoxis nigromaculatus</i>	PONI	25	2	4	178	1	1			1		1				213
<b>Clupeidae</b>																	
Alosa sp.	<i>Alosa sp.</i>	ALSP				17											17
Gaspereau	<i>Alosa pseudoharengus</i>	ALPS	1			434	27						2				464
<b>Cyprinidae</b>																	
Gardon rouge	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	SCER				13				3	1		2				19
Méné à museau arrondi	<i>Pimephales notatus</i>	PINO	27			20					6	4		4		35	96
Méné bleu	<i>Cyprinella spiloptera</i>	CYSI				3								4		715	722
Méné d'argent	<i>Hybognathus regius</i>	HYRE	1			23											24
Méné jaune	<i>Notemigonus crysoleucas</i>	NOCR	257	3	61	382	2				10					3	718
Tanche	<i>Tinca tinca</i>	TITI								2							2
<b>Esocidae</b>																	
Grand brochet	<i>Esox lucius</i>	ESLU	1		2	3			2	1							9
<b>Fundulidae</b>																	
Fondule barré	<i>Fundulus diaphanus</i>	FUDI	42		5	44					37	390		14	4	1	537





Tableau E-3 : Captures réalisées dans la rivière Richelieu lors de la campagne de septembre 2020 (suite)

Espèce			Habitat homogène											Ruisseau			Total général
Nom commun	Nom scientifique	Code espèce	HH1-1	HH1-2	HH1-3	HH1-5	HH1-6	HH1-7	HH1-8	Centre	HH2-1	HH2-2	HH2-3	Patenaude	Boyce-Gervais	Embouchure Patenaude/ Boyce	
<b>Ictaluridae</b>																	
Barbotte brune	<i>Ameiurus nebulosus</i>	AMNE				18					1		3	1			23
<b>Moronidae</b>																	
Baret	<i>Morone americana</i>	MOAM				2											2
<b>Percidae</b>																	
Fouille-roche zébré	<i>Percina caprodes</i>	PECA				6	1			2							9
Perchaude	<i>Perca flavescens</i>	PEFL	66	1	17	520	5		5	7	51	79	4			9	764
Raseux-de-terre gris	<i>Etheostoma olmstedi</i>	ETOL				5					2	286			2	40	335
Raseux-de-terre noir	<i>Etheostoma nigrum</i>	ETNI	18								2	4					24
<b>Inconnu</b>																	
Inconnu	-	-				4											4
<b>Total général</b>			579	10	129	3 187	95	1	10	23	151	766	33	29	6	805	5 824

Tableau E-4 : Captures réalisées dans la rivière Richelieu lors de la campagne d'avril 2021

Espèce			Habitat homogène											Ruisseau			Total général
Nom commun	Nom scientifique	Code espèce	HH1-2	HH1-3	HH1-5	HH1-6	HH1-7	Centre	HH2-1	HH2-3	HH2-4	HH2-5	Fairbanks	Patenaude	Boyce-Gervais		
<b>Anguillidae</b>																	
Anguille d'Amérique	<i>Anguilla rostrata</i>	ANRO							1								1
<b>Atherinopsidae</b>																	
Crayon d'argent	<i>Labidesthes sicculus</i>	LASI			3												3
<b>Catostomidae</b>																	
Meunier noir	<i>Catostomus commersonii</i>	CACO		1										3			4
<b>Centrarchidae</b>																	
Achigan	<i>Micropterus</i>	Micropterus						2									2
Crapet arlequin	<i>Lepomis macrochirus</i>	LEMA			4												4
Crapet de roche	<i>Ambloplites rupestris</i>	AMRU	3	4	3		1		5	1							17
Crapet soleil	<i>Lepomis gibbosus</i>	LEGI	12	25	33	1	7		4	2			68		2		154
Marigane noire	<i>Pomoxis nigromaculatus</i>	PONI							1				2				3



Tableau E-4 : Captures réalisées dans la rivière Richelieu lors de la campagne d'avril 2021 (suite)

Espèce			Habitat homogène										Ruisseau			Total général
Nom commun	Nom scientifique	Code espèce	HH1-2	HH1-3	HH1-5	HH1-6	HH1-7	Centre	HH2-1	HH2-3	HH2-4	HH2-5	Fairbanks	Patenaude	Boyce-Gervais	
<b>Cyprinidae</b>																
Gardon rouge	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	SCER	7	6			3									16
Méné à museau arrondi	<i>Pimephales notatus</i>	PINO	862	149	77		3							4	27	1 122
Méné à queue tachée	<i>Notropis hudsonius</i>	NOHU	3			3			2						220	228
Méné d'argent	<i>Hybognathus regius</i>	HYRE	6		2									1	3	12
Méné émeraude	<i>Notropis atherinoides</i>	NOAT	2				33							1		36
Méné jaune	<i>Notemigonus crysoleucas</i>	NOCR	348	9	1	1	3		2				6	9	265	644
Méné pâle	<i>Notropis volucellus</i>	NOVO												1		1
Mulet à cornes	<i>Semotilus atromaculatus</i>	SEAT													3	3
<b>Esocidae</b>																
Grand brochet	<i>Esox lucius</i>	ESLU	1				1						5	2	2	11
<b>Fundulidae</b>																
Fondule barré	<i>Fundulus diaphanus</i>	FUDI		4	1				2	1			1		16	25
<b>Ictaluridae</b>																
Barbotte brune	<i>Ameiurus nebulosus</i>	AMNE	6	6	1		1		9					2	48	73
<b>Percidae</b>																
Fouille-roche zébré	<i>Percina caprodes</i>	PECA							1							1
Perchaude	<i>Perca flavescens</i>	PEFL	800	680	860	4	17	5	266	8	3	3	32	23	25	2 726
Raseux-de-terre gris	<i>Etheostoma olmstedi</i>	ETOL		1	2					7					3	13
Raseux-de-terre noir	<i>Etheostoma nigrum</i>	ETNI			1	2										3
<b>Petromyzontidae</b>																
Lamproie marine	<i>Petromyzon marinus</i>	PEMA		1												1
<b>Total général</b>			2 050	886	988	11	71	5	293	19	3	3	114	46	614	5 103



Tableau E-5 : Captures réalisées dans la rivière Richelieu lors de la campagne de juin 2021

Espèce			Habitat homogène						Total général	
Nom commun	Nom scientifique	Code espèce	HH1-1	HH1-2	HH1-5	HH1-7	Centre	HH2-1		HH2-2
<b>Amiidae</b>										
Poisson-castor	<i>Amia calva</i>	AMCA			3					3
<b>Anguillidae</b>										
Anguille d'Amérique	<i>Anguilla rostrata</i>	ANRO					1			1
<b>Atherinopsidae</b>										
Crayon d'argent	<i>Labidesthes sicculus</i>	LASI	16	23	4	34				77
<b>Catostomidae</b>										
Meunier noir	<i>Catostomus commersonii</i>	CACO							1	1
<b>Centrarchidae</b>										
Achigan à grande bouche	<i>Micropterus salmoides</i>	MISA	22	19	15			3		59
Achigan à petite bouche	<i>Micropterus dolomieu</i>	MIDO		1	1			1		3
Centrarchidae sp.	<i>Centrarchidae sp.</i>	-			15					15
Crapet arlequin	<i>Lepomis macrochirus</i>	LEMA		23	13					36
Crapet de roche	<i>Ambloplites rupestris</i>	AMRU			3			17		20
Crapet soleil	<i>Lepomis gibbosus</i>	LEGI		7	29					36
<b>Cyprinidae</b>										
Méné à museau arrondi	<i>Pimephales notatus</i>	PINO	26	47	12	21		13	19	138
Méné bleu	<i>Cyprinella spiloptera</i>	CYSI			1				4	5
Méné jaune	<i>Notemigonus crysoleucas</i>	NOCR		3						3
Tanche	<i>Tinca tinca</i>	TITI			1					1
<b>Esocidae</b>										
Grand brochet	<i>Esox lucius</i>	ESLU			2					2
<b>Fundulidae</b>										
Fondule barré	<i>Fundulus diaphanus</i>	FUDI	14	4		1		1	3	23
<b>Ictaluridae</b>										
Barbotte brune	<i>Ameiurus nebulosus</i>	AMNE			2		1			3
<b>Percidae</b>										
Fouille-roche zébré	<i>Percina caprodes</i>	PECA		4						4
Perchaude	<i>Perca flavescens</i>	PEFL			67	1		7	155	230
Raseux-de-terre gris	<i>Etheostoma olmstedii</i>	ETOL	58	9	2			25	54	148
<b>Total général</b>			136	140	170	57	2	67	236	808



Tableau E-6 : Captures réalisées dans la rivière Richelieu lors de la campagne de juillet 2021

Espèce			Habitat homogène											Ruisseau			Total général
Nom commun	Nom scientifique	Code espèce	HH1-1	HH1-2	HH1-3	HH1-5	HH1-6	HH1-8	Centre	HH2-1	HH2-2	HH2-4	HH2-5	Fairbanks	Patenaude	Boyce-Gervais	
<b>Amiidae</b>																	
Poisson-castor	Amia calva	AMCA		18		5				1	1						25
<b>Anguillidae</b>																	
Anguille d'Amérique	Anguilla rostrata	ANRO	1											1			2
<b>Catostomidae</b>																	
Meunier noir	Catostomus commersonii	CACO									1				21		22
<b>Centrarchidae</b>																	
Achigan à grande bouche	Micropterus salmoides	MISA		1													1
Achigan à petite bouche	Micropterus dolomieu	MIDO	1						3		1						5
Crapet arlequin	Lepomis macrochirus	LEMA				1								1			2
Crapet de roche	Ambloplites rupestris	AMRU		1		9				12	6				5		33
Crapet soleil	Lepomis gibbosus	LEGI		120		73				8	4			37	104	16	362
Marigane noire	Pomoxis nigromaculatus	PONI				1											1
<b>Clupeidae</b>																	
Gaspereau	Alosa pseudoharengus	ALPS				6											6
<b>Cyprinidae</b>																	
Gardon rouge	Scardinius erythrophthalmus	SCER													3		3
Méné à museau arrondi	Pimephales notatus	PINO	1	21		163	6			12					3	2	208
Méné à nageoires rouges	Luxilus cornutus	LUCO													3		3
Méné bleu	Cyprinella spiloptera	CYSI		1		27									36		64
Méné émeraude	Notropis atherinoides	NOAT				190											190
Méné jaune	Notemigonus crysoleucas	NOCR	3	21		57	1							9	8		99
Méné pâle	Notropis volucellus	NOVO				5											5
Mulet à cornes	Semotilus atromaculatus	SEAT		1											1	2	4
Tanche	Tinca tinca	TITI														1	1
<b>Esocidae</b>																	
Grand brochet	Esox lucius	ESLU												2			2
<b>Fundulidae</b>																	
Fondule barré	Fundulus diaphanus	FUDI		21	9	550	29			405	1				8		1 023
<b>Ictaluridae</b>																	
Barbotte brune	Ameiurus nebulosus	AMNE		1		4		1		3		1		1	5	1	17





Tableau E-6 : Captures réalisées dans la rivière Richelieu lors de la campagne de juillet 2021 (suite)

Espèce			Habitat homogène											Ruisseau			Total général
Nom commun	Nom scientifique	Code espèce	HH1-1	HH1-2	HH1-3	HH1-5	HH1-6	HH1-8	Centre	HH2-1	HH2-2	HH2-4	HH2-5	Fairbanks	Patenaude	Boyce-Gervais	
<b>Percidae</b>																	
Fouille-roche zébré	Percina caprodes	PECA				3											3
Perchaude	Perca flavescens	PEFL		27		2 279			77	2	1	2	28		1		2 417
Raseux-de-terre gris	Etheostoma olmstedii	ETOL	2	3		29	5			5	2				5	5	56
<b>Umbridae</b>																	
Umbre de vase	Umbra limi	UMLI				1								10			11
<b>Total général</b>			8	236	9	3 403	41	1	80	448	17	3	28	61	203	27	4 565

Tableau E-7 : Effort de pêches réalisées dans la rivière Richelieu lors de la campagne entre septembre 2020 et juillet 2021

Type d'engin	Habitat homogène													Ruisseau			
	HH1-1	HH1-2	HH1-3	HH1-5	HH1-6	HH1-7	HH1-8	Centre	HH2-1	HH2-2	HH2-3	HH2-4	HH2-5	Fairbanks	Patenaude	Boyce-Gervais	Embouchure Patenaude/Boyce
Filet maillant (engin-2 heures)	1			10			5	13	1		2	3	2				
Nasses (engin-jour)															4	4	
Pêche électrique (minutes)				98 <sup>A</sup>			6 <sup>a, b</sup>	6 <sup>a, b</sup>		16 <sup>a</sup>	6 <sup>a, b</sup>	6 <sup>a, b</sup>	6 <sup>a, b</sup>		26 <sup>c</sup>	20 <sup>c</sup>	
Seine (nbre de coup)	5	4	1	16	4	1			4	10				2			3
Trappe Alaska (engin-jour)		2	2	18	1	1			3	1	2		1				
Troubleau (minutes)			56	22	26	73			6	5				17	29	25	
Verveux (engin-jour)		3	1	3	4				1	1				4	5	3	

a. Ces transects de pêche électrique ont été fait en embarcation.

b. Ce transect traverse plusieurs habitats homogènes différents. L'effort de pêche total de ce transect est de 30 minutes mais le temps passé dans chacun d'eux est approximatif.

c. Pêche réalisée avec un appareil de pêche électrique portable



**Annexe E      Tableaux des résultats d'analyse d'eau en laboratoire -  
avril et juillet 2021**



**Tableau C1 : Qualité de l'eau des stations localisées dans le chenal, en rive droite ainsi que près de l'île Ash, dans la rivière Richelieu (Avril 2021) – Métaux, nutriments et autres paramètres conventionnels**

Paramètre (mg/L)	Chenal	Critère du MELCC <sup>a</sup>	Recommandation du CCME <sup>a</sup>	ChenalAv	Critère du MELCC <sup>a</sup>	Recommandation du CCME <sup>a</sup>	RD1	Critère du MELCC <sup>a</sup>	Recommandation du CCME <sup>a</sup>	Ash	Critère du MELCC <sup>a</sup>	Recommandation du CCME <sup>a</sup>
Alcalinité	56,0	n. d.	n. d.	55,0	n. d.	n. d.	56,0	n. d.	n. d.	56,0	n. d.	n. d.
COT	3,0	n. d.	n. d.	3,0	n. d.	n. d.	3,0	n. d.	n. d.	2,9	n. d.	n. d.
COD	2,8	n. d.	n. d.	2,8	n. d.	n. d.	2,8	n. d.	n. d.	2,8	n. d.	n. d.
Colif. Fécaux (ufc/ml)	0,0	n. d.	n. d.	0,0	n. d.	n. d.	0,0	n. d.	n. d.	0,0	n. d.	n. d.
Conduc. (µS/cm)	188,3	n. d.	n. d.	179,4	n. d.	n. d.	177,0	n. d.	n. d.	177,4	n. d.	n. d.
Chlorures	17	230	120	17	230	120	17	230	120	17	230	120
DBO <sub>5</sub>	<4,0	n. d.	n. d.	<4,0	n. d.	n. d.	<4,0	n. d.	n. d.	<4,0	n. d.	n. d.
Dureté	59	n. d.	n. d.	67	n. d.	n. d.	65	n. d.	n. d.	67	n. d.	n. d.
Fluorure	<0,10	0,200	0,12	<0,10	0,200	0,12	<0,10	0,200	0,12	<0,10	0,200	0,12
MES	2	s. o.	s. o.	2	s. o.	s. o.	2	s. o.	s. o.	2	s. o.	s. o.
Oxygène dissous	13,84	5,0	5,5	12,86	6,0	5,5	13,81	6,0	5,5	13,39	6,0	5,5
pH	8,7	6,5 à 9,0	6,5 à 9,0	8,8	6,5 à 9,0	6,5 à 9,0	8,7	6,5 à 9,0	6,5 à 9,0	8,7	6,5 à 9,0	6,5 à 9,0
Temp. (°C)	10,22	n. d.	n. d.	9,87	n. d.	n. d.	9,14	n. d.	n. d.	9,00	n. d.	n. d.
Sulfates	8,9	n. d.	n. d.	8,9	n. d.	n. d.	8,9	n. d.	n. d.	8,9	n. d.	n. d.
Azote amm.	<0,02	1,5	0,28	<0,02	1,2	0,10	0,023	1,5	0,28	<0,02	1,5	0,28
NTK	<0,40	n. d.	n. d.	<0,40	n. d.	n. d.	<0,40	n. d.	n. d.	<0,40	n. d.	n. d.
Nitrates	0,150	3,0	13,00	0,150	3,0	13,00	0,140	3,0	13,00	0,150	3,0	13,00
Nitrites	<0,02	0,20	0,06	<0,02	0,20	0,06	<0,02	0,20	0,06	<0,02	0,20	0,06
Orthophosph.	<0,05	n. d.	n. d.	<0,05	n. d.	n. d.	<0,05	n. d.	n. d.	<0,05	n. d.	n. d.
P. inorg.	<0,03	n. d.	n. d.	<0,03	n. d.	n. d.	<0,03	n. d.	n. d.	<0,03	n. d.	n. d.
P. total	<0,010	0,03	n. d.	0,012	0,03	n. d.	<0,010	0,03	n. d.	<0,010	0,03	n. d.
Tannins/Lignines	<0,2	n. d.	n. d.	<0,2	n. d.	n. d.	<0,2	n. d.	n. d.	<0,2	n. d.	n. d.
Turbidité (NTU)	1,84	s. o.	s. o.	0,81	s. o.	s. o.	0,45	s. o.	s. o.	0,80	s. o.	s. o.
Aluminium	0,014	1,70	0,10	0,019	1,50	0,10	0,018	1,80	0,10	0,021	1,80	0,10
Antimoine	<0,001	n. d.	n. d.	<0,001	n. d.	n. d.	<0,001	n. d.	n. d.	<0,001	n. d.	n. d.
Argent	<0,001	0,0001	0,00025	<0,001	0,0001	0,00025	<0,001	0,0001	0,00025	<0,001	0,0001	0,00025
Arsenic	<0,001	0,150	0,005	<0,001	0,150	0,005	<0,001	0,150	0,005	0,0011	0,150	0,005
Baryum	0,0074	0,250	n. d.	0,0078	0,286	n. d.	0,0079	0,277	n. d.	0,0082	0,286	n. d.
Cadmium	<0,0002	0,00018	0,00010	<0,0002	0,00020	0,00011	<0,0002	0,000197	0,00011	<0,0002	0,00020	0,00011
Calcium	17,00	n. d.	n. d.	19,00	n. d.	n. d.	19,00	n. d.	n. d.	19,00	n. d.	n. d.
Chrome	<0,0050	0,0559	n. d.	<0,0050	0,0621	n. d.	<0,0050	0,0606	n. d.	<0,0050	0,0621	n. d.
Cobalt	<0,001	0,10	n. d.	<0,001	0,10	n. d.	<0,001	0,10	n. d.	<0,001	0,10	n. d.
Cuivre	<0,001	0,0059	0,0020	<0,001	0,0066	0,0020	0,0011	0,0065	0,0020	0,0014	0,0066	0,0020
Fer	<0,06	Voir Fct <sup>b</sup>	0,30	<0,06	Voir Fct <sup>b</sup>	0,30	<0,06	Voir Fct <sup>b</sup>	0,30	<0,06	Voir Fct <sup>b</sup>	0,30
Fct de corr. <sup>b</sup> (Fer)	0,03	1,30	s. o.	0,03	1,30	s. o.	0,03	1,30	s. o.	0,03	1,30	s. o.
Magnésium	4,10	n. d.	n. d.	4,60	n. d.	n. d.	4,400	n. d.	n. d.	4,600	n. d.	n. d.
Manganèse	0,004	1,214	0,16	0,004	1,357	0,16	0,006	1,322	0,16	0,004	1,357	0,16
Mercure	<0,0001	0,00091	0,000026	<0,0001	0,00091	0,000026	<0,0001	0,00091	0,000026	<0,0001	0,00091	0,000026
Molybdène	<0,001	3,2	0,073	<0,001	3,2	0,073	<0,001	3,2	0,073	<0,001	3,2	0,073

**Tableau C1 : Qualité de l'eau des stations localisées dans le chenal, en rive droite ainsi que près de l'île Ash, dans la rivière Richelieu (Avril 2021) – Métaux, nutriments et autres paramètres conventionnels (suite)**

Paramètre (mg/L)	Chenal I	Critère du MELCC <sup>a</sup>	Recommandation du CCME <sup>a</sup>	ChenalAv	Critère du MELCC <sup>a</sup>	Recommandation du CCME <sup>a</sup>	RD1	Critère du MELCC <sup>a</sup>	Recommandation du CCME <sup>a</sup>	Ash	Critère du MELCC <sup>a</sup>	Recommandation du CCME <sup>a</sup>
Nickel	<0,002	0,0334	0,0250	<0,002	0,0372	0,0705	<0,002	0,0362	0,0689	0,0022	0,0372	0,0705
Plomb	<0,0005	0,0016	0,0010	<0,0005	0,0019	0,0019	<0,0005	0,0018	0,0018	<0,0005	0,0019	0,0019
Potassium	1,20	n. d.	n. d.	1,30	n. d.	n. d.	1,20	n. d.	n. d.	1,20	n. d.	n. d.
Sélénium	<0,003	0,005	0,001	<0,003	0,005	0,001	<0,003	0,005	0,001	<0,003	0,005	0,001
Sodium	10	n. d.	n. d.	12	n. d.	n. d.	11	n. d.	n. d.	12	n. d.	n. d.
Zinc	<0,007	0,0766	n. d.	<0,007	0,0853	n. d.	<0,007	0,0832	n. d.	<0,007	0,0853	n. d.

<sup>a</sup> : Critère du MELCC pour la protection de la vie aquatique (effet chronique) et Recommandation du CCME pour la protection de la vie aquatique (exposition à long terme).

<sup>b</sup> : Un facteur de correction est applicable sur les valeurs mesurées du fer avant la comparaison avec le critère du MELCC.

n. d. : Non déterminé

s. o. : sans objet

Tableau C2 : Qualité de l'eau des stations localisées en rive gauche dans la rivière Richelieu (Avril 2021) – Métaux, nutriments et autres paramètres conventionnels

Paramètre (mg/L)	RG1	Critère du MELCC <sup>a</sup>	Recommandation du CCME <sup>a</sup>	RG2.1	Critère du MELCC <sup>a</sup>	Recommandation du CCME <sup>a</sup>	RG2.2	Critère du MELCC <sup>a</sup>	Recommandation du CCME <sup>a</sup>	RG3.1	Critère du MELCC <sup>a</sup>	Recommandation du CCME <sup>a</sup>	RG3.2	Critère du MELCC <sup>a</sup>	Recommandation du CCME <sup>a</sup>
Alcalinité	61,0	n. d.	n. d.	56,0	n. d.	n. d.	56,0	n. d.	n. d.	59,0	n. d.	n. d.	54,0	n. d.	n. d.
COT	3,2	n. d.	n. d.	2,9	n. d.	n. d.	3,0	n. d.	n. d.	3,0	n. d.	n. d.	3,0	n. d.	n. d.
COD	3,0	n. d.	n. d.	2,8	n. d.	n. d.	2,8	n. d.	n. d.	2,9	n. d.	n. d.	2,8	n. d.	n. d.
Colif. fécaux (ufc/ml)	0,0	n. d.	n. d.	0,0	n. d.	n. d.	0,0	n. d.	n. d.	0,0	n. d.	n. d.	0,0	n. d.	n. d.
Conduc. (µS/cm)	185,9	n. d.	n. d.	178,9	n. d.	n. d.	178,7	n. d.	n. d.	177,0	n. d.	n. d.	177,9	n. d.	n. d.
Chlorures	18	230	120	17	230	120	17	230	120	18	230	120	17	230	120
DBO <sub>5</sub>	<4,0	n. d.	n. d.	<4,0	n. d.	n. d.	<4,0	n. d.	n. d.	<4,0	n. d.	n. d.	<4,0	n. d.	n. d.
Dureté	72	n. d.	n. d.	61	n. d.	n. d.	61	n. d.	n. d.	61	n. d.	n. d.	59	n. d.	n. d.
Fluorure	<0,10	0,200	0,12	<0,10	0,200	0,12	<0,10	0,200	0,12	<0,10	0,200	0,12	<0,10	0,200	0,12
MES	<2,0	s. o.	s. o.	4	s. o.	s. o.	4	s. o.	s. o.	4	s. o.	s. o.	3	s. o.	s. o.
Oxygène dissous	11,43	5,0	5,5	13,12	6,0	5,5	13,02	6,0	5,5	12,45	6,0	5,5	12,88	5,0	5,5
pH	8,2	6,5 à 9,0	6,5 à 9,0	8,6	6,5 à 9,0	6,5 à 9,0	8,7	6,5 à 9,0	6,5 à 9,0	8,7	6,5 à 9,0	6,5 à 9,0	8,6	6,5 à 9,0	6,5 à 9,0
Temp. (°C)	10,98	n. d.	n. d.	9,13	n. d.	n. d.	9,31	n. d.	n. d.	9,17	n. d.	n. d.	11,53	n. d.	n. d.
Sulfates	9,2	n. d.	n. d.	9,1	n. d.	n. d.	9	n. d.	n. d.	9,3	n. d.	n. d.	9	n. d.	n. d.
Azote amm.	<0,02	3,8	0,86	<0,02	1,8	0,28	<0,02	1,5	0,28	<0,02	1,5	0,28	0,024	1,8	0,28
NTK	0,48	n. d.	n. d.	<0,40	n. d.	n. d.	<0,40	n. d.	n. d.	<0,40	n. d.	n. d.	<0,40	n. d.	n. d.
Nitrates	0,110	3,0	13,00	0,170	3,0	13,00	0,140	3,0	13,00	0,130	3,0	13,00	0,140	3,0	13,00
Nitrites	<0,02	0,20	0,06	<0,02	0,20	0,06	<0,02	0,20	0,06	<0,02	0,20	0,06	<0,02	0,20	0,06
Orthophosph.	<0,05	n. d.	n. d.	<0,05	n. d.	n. d.	<0,05	n. d.	n. d.	<0,05	n. d.	n. d.	<0,05	n. d.	n. d.
P. inorg.	<0,03	n. d.	n. d.	<0,03	n. d.	n. d.	<0,03	n. d.	n. d.	<0,03	n. d.	n. d.	<0,03	n. d.	n. d.
P. total	0,011	0,03	n. d.	<0,010	0,03	n. d.	<0,010	0,03	n. d.	<0,010	0,03	n. d.	<0,010	0,03	n. d.
Tannins/Lignines	<0,2	n. d.	n. d.	<0,2	n. d.	n. d.	<0,2	n. d.	n. d.	<0,2	n. d.	n. d.	<0,2	n. d.	n. d.
Turbidité (NTU)	1,99	s. o.	s. o.	1,14	s. o.	s. o.	1,26	s. o.	s. o.	1,45	s. o.	s. o.	1,65	s. o.	s. o.
Aluminium	0,021	1,50	0,10	0,018	1,90	0,10	0,022	1,70	0,10	0,019	1,80	0,10	0,017	1,90	0,10
Antimoine	<0,001	n. d.	n. d.	<0,001	n. d.	n. d.	<0,001	n. d.	n. d.	<0,001	n. d.	n. d.	<0,001	n. d.	n. d.
Argent	<0,001	0,0001	0,00025	<0,001	0,0001	0,00025	<0,001	0,0001	0,00025	<0,001	0,0001	0,00025	<0,001	0,0001	0,00025
Arsenic	<0,001	0,150	0,005	<0,001	0,150	0,005	<0,001	0,150	0,005	<0,001	0,150	0,005	<0,001	0,150	0,005
Baryum	0,0083	0,309	n. d.	0,0077	0,259	n. d.	0,0078	0,259	n. d.	0,0078	0,259	n. d.	0,0074	0,250	n. d.
Cadmium	<0,00020	0,000212	0,000121	<0,00020	0,000188	0,000105	<0,00020	0,000188	0,000105	<0,00020	0,000188	0,000105	<0,00020	0,000183	0,000102
Calcium	20,00	n. d.	n. d.	17,00	n. d.	n. d.	17,00	n. d.	n. d.	17,00	n. d.	n. d.	17,00	n. d.	n. d.
Chrome	<0,0050	0,0659	n. d.	<0,0050	0,0575	n. d.	<0,0050	0,0575	n. d.	<0,0050	0,0575	n. d.	<0,0050	0,0559	n. d.
Cobalt	<0,001	0,10	n. d.	<0,001	0,10	n. d.	<0,001	0,10	n. d.	<0,001	0,10	n. d.	<0,001	0,10	n. d.
Cuivre	<0,001	0,0070	0,002	<0,001	0,0061	0,0020	<0,001	0,0061	0,0020	<0,001	0,0061	0,0020	<0,001	0,0059	0,0020
Fer	0,07	Voir Fct <sup>b</sup>	0,30	<0,06	Voir Fct <sup>b</sup>	0,30	<0,06	Voir Fct <sup>b</sup>	0,30	<0,06	Voir Fct <sup>b</sup>	0,30	<0,06	Voir Fct <sup>b</sup>	0,30
Fct de corr. <sup>b</sup> (Fer)	0,02	1,30	s. o.	0,03	1,30	s. o.	0,03	1,30	s. o.	0,03	1,30	s. o.	0,03	1,30	s. o.
Magnésium	5,00	n. d.	n. d.	4,20	n. d.	n. d.	4,20	n. d.	n. d.	4,30	n. d.	n. d.	4,10	n. d.	n. d.
Manganèse	0,005	1,446	0,22	0,005	1,250	0,16	0,005	1,250	0,16	0,005	1,250	0,16	0,004	1,214	0,16
Mercure	<0,0001	0,00091	0,000026	<0,0001	0,00091	0,000026	<0,0001	0,00091	0,000026	<0,0001	0,00091	0,000026	<0,0001	0,00091	0,000026
Molybdène	<0,001	3,2	0,073	<0,001	3,2	0,073	<0,001	3,2	0,073	<0,001	3,2	0,073	<0,001	3,2	0,073
Nickel	<0,002	0,0395	0,0745	<0,002	0,0343	0,0656	<0,002	0,0343	0,0656	<0,002	0,0343	0,0656	<0,002	0,0334	0,0250
Plomb	<0,0005	0,0021	0,0021	<0,0005	0,0017	0,0017	<0,0005	0,0017	0,0017	0,0009	0,0017	0,0017	<0,0005	0,0016	0,0010
Potassium	1,30	n. d.	n. d.	1,20	n. d.	n. d.	1,20	n. d.	n. d.	1,20	n. d.	n. d.	1,20	n. d.	n. d.
Sélénium	<0,003	0,005	0,001	<0,003	0,005	0,001	<0,003	0,005	0,001	<0,003	0,005	0,001	<0,003	0,005	0,001
Sodium	12	n. d.	n. d.	11	n. d.	n. d.	11	n. d.	n. d.	10	n. d.	n. d.	10	n. d.	n. d.
Zinc	<0,007	0,0907	n. d.	<0,007	0,0788	n. d.	<0,007	0,0788	n. d.	<0,007	0,0788	n. d.	<0,007	0,0766	n. d.

<sup>a</sup> : Critère du MELCC pour la protection de la vie aquatique (effet chronique) et Recommandation du CCME pour la protection de la vie aquatique (exposition à long terme).

<sup>b</sup> : Un facteur de correction est applicable sur les valeurs mesurées du fer avant la comparaison avec le critère du MELCC.

n. d. : Non déterminé

s. o. : sans objet





**Tableau C3 : Qualité de l'eau des stations de la zone d'étude dans la rivière Richelieu (Avril 2021) – HAPs et BPCs**

Paramètre (mg/L)	RG1	RG2.1	RG2.2	RG3.1	RG3.2	Chenal	ChenalAv	RD1	Ash	Critère du MELCC <sup>a</sup>	Recommandation du CCME <sup>a</sup>
1-Méthylnaphtalène	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	n. d.	n. d.
2-Méthylnaphtalène	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	n. d.	n. d.
Acénaphène	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	0,038	0,0058
Acénaphylène	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	n. d.	n. d.
Anthracène	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	n. d.	0,000012
Benzo(a)anthracène	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	n. d.	n. d.
Benzo(a)pyrène	<0,000008	<0,000008	<0,000008	<0,000008	<0,000008	<0,000008	<0,000008	<0,000008	<0,000008	n. d.	0,000015
Benzo(b)fluoranthène	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	n. d.	n. d.
Benzo(j)fluoranthène	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	n. d.	n. d.
Benzo(k)fluoranthène	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	n. d.	n. d.
Benzo(ghi)pérylène	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	n. d.	n. d.
Chrysène	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	n. d.	n. d.
Dibenzo(a,h)anthracène	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	n. d.	n. d.
Fluoranthène	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	0,0016	0,00004
Fluorène	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	0,012	0,003
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	n. d.	n. d.
Naphtalène	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	0,011	0,0011
Phénanthrène	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	0,0014	0,0004
Pyrène	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	n. d.	0,000025
HAP totaux	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	n. d.	n. d.
H. P. C <sub>10</sub> -C <sub>50</sub>	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,011 à 0,20	n. d.
BPC totaux	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	n. d.	n. d.

<sup>a</sup> : Critère du MELCC pour la protection de la vie aquatique (effet chronique) et Recommandation du CCME pour la protection de la vie aquatique (exposition à long terme).  
n. d. : Non déterminé



Tableau C4 : Qualité de l'eau de la zone d'étude dans la rivière Richelieu (Juillet 2021) – Métaux, nutriments et autres paramètres conventionnels

Paramètre (mg/L)	RG1	Critère du MELCC <sup>a</sup>	Recommandation du CCME <sup>a</sup>	RG2.1	Critère du MELCC <sup>a</sup>	Recommandation du CCME <sup>a</sup>	RG2.2	Critère du MELCC <sup>a</sup>	Recommandation du CCME <sup>a</sup>	RG3.1	Critère du MELCC <sup>a</sup>	Recommandation du CCME <sup>a</sup>	Chenal	Critère du MELCC <sup>a</sup>	Recommandation du CCME <sup>a</sup>	RD1	Critère du MELCC <sup>a</sup>	Recommandation du CCME <sup>a</sup>	Ash	Critère du MELCC <sup>a</sup>	Recommandation du CCME <sup>a</sup>
Alcalinité	56,0	n. d.	n. d.	55,0	n. d.	n. d.	56,0	n. d.	n. d.	59,0	n. d.	n. d.	56,0	n. d.	n. d.	100,0	n. d.	n. d.	55,0	n. d.	n. d.
COT	3,3	n. d.	n. d.	3,2	n. d.	n. d.	3,2	n. d.	n. d.	3,4	n. d.	n. d.	3,2	n. d.	n. d.	3,4	n. d.	n. d.	3,2	n. d.	n. d.
COD	3,3	n. d.	n. d.	3,2	n. d.	n. d.	3,3	n. d.	n. d.	3,4	n. d.	n. d.	3,2	n. d.	n. d.	3,3	n. d.	n. d.	3,2	n. d.	n. d.
Coli. fécaux (ufc/ml)	3,0	n. d.	n. d.	0,0	n. d.	n. d.	0,0	n. d.	n. d.	0,0	n. d.	n. d.	1,0	n. d.	n. d.	0,0	n. d.	n. d.	0,0	n. d.	n. d.
Conduc. (µS/cm)	175,4	n. d.	n. d.	176,0	n. d.	n. d.	177,9	n. d.	n. d.	181,3	n. d.	n. d.	174,4	n. d.	n. d.	173,8	n. d.	n. d.	175,1	n. d.	n. d.
Chlorures	17	230	120	17	230	120	17	230	120	17	230	120	17	230	120	17	230	120	17	230	120
DBO <sub>5</sub>	<4,0	n. d.	n. d.	<4,0	n. d.	n. d.	<4,0	n. d.	n. d.	<4,0	n. d.	n. d.	<4,0	n. d.	n. d.	<4,0	n. d.	n. d.	<4,0	n. d.	n. d.
Dureté	61	n. d.	n. d.	65	n. d.	n. d.	66	n. d.	n. d.	68	n. d.	n. d.	63	n. d.	n. d.	65	n. d.	n. d.	65	n. d.	n. d.
Fluorure	0,110	0,20	0,12	<0,10	0,20	0,12	<0,10	0,20	0,12	<0,10	0,20	0,12	<0,10	0,20	0,12	<0,10	0,20	0,12	<0,10	0,20	0,12
MES	<2,0	s. o.	s. o.	<2,0	s. o.	s. o.	<2,0	s. o.	s. o.	<2,0	s. o.	s. o.	5	s. o.	s. o.	2	s. o.	s. o.	4	s. o.	s. o.
Oxygène diss.	8,64	4,0	5,5	8,31	4,0	5,5	7,95	4,0	5,5	9,64	4,0	5,5	8,47	4,0	5,5	9,75	4,0	5,5	9,20	4,0	5,5
pH	8,4	6,5 à 9,0	6,5 à 9,0	8,1	6,5 à 9,0	6,5 à 9,0	8,1	6,5 à 9,0	6,5 à 9,0	8,8	6,5 à 9,0	6,5 à 9,0	8,3	6,5 à 9,0	6,5 à 9,0	9,1	6,5 à 9,0	6,5 à 9,0	8,4	6,5 à 9,0	6,5 à 9,0
Temp. (°C)	24,3	n. d.	n. d.	24,0	n. d.	n. d.	23,7	n. d.	n. d.	24,1	n. d.	n. d.	24,0	n. d.	n. d.	25,1	n. d.	n. d.	23,7	n. d.	n. d.
Sulfates	8,6	n. d.	n. d.	8,6	n. d.	n. d.	8,6	n. d.	n. d.	8,8	n. d.	n. d.	8,6	n. d.	n. d.	8,4	n. d.	n. d.	8,6	n. d.	n. d.
Azote amm.	<0,020	1,3	0,10	0,021	2,3	0,29	0,023	2,3	0,29	<0,020	0,62	0,04	0,02	1,6	0,10	<0,020	0,41	0,04	0,021	1,3	0,10
NTK	<0,40	n. d.	n. d.	<0,40	n. d.	n. d.	<0,40	n. d.	n. d.	<0,40	n. d.	n. d.	<0,40	n. d.	n. d.	<0,40	n. d.	n. d.	<0,40	n. d.	n. d.
Nitrates	0,024	3,0	13,00	0,040	3,0	13,00	0,028	3,0	13,00	<0,020	3,0	13,00	0,030	3,0	13,00	<0,020	3,0	13,00	0,035	3,0	13,00
Nitrites	<0,020	0,20	0,06	<0,020	0,20	0,06	<0,020	0,20	0,06	<0,020	0,20	0,06	<0,020	0,20	0,06	<0,020	0,20	0,06	<0,020	0,20	0,06
Orthophosph.	<0,050	n. d.	n. d.	<0,050	n. d.	n. d.	<0,050	n. d.	n. d.	<0,050	n. d.	n. d.	<0,050	n. d.	n. d.	<0,050	n. d.	n. d.	<0,050	n. d.	n. d.
P. inorg.	<0,030	n. d.	n. d.	<0,030	n. d.	n. d.	<0,030	n. d.	n. d.	0,0730	n. d.	n. d.	<0,030	n. d.	n. d.	<0,030	n. d.	n. d.	<0,030	n. d.	n. d.
P. total	<0,010	0,03	n. d.	<0,010	0,03	n. d.	<0,010	0,03	n. d.	<0,010	0,03	n. d.	<0,010	0,03	n. d.	<0,010	0,03	n. d.	0,039	0,03	n. d.
Tannins et Lignines	<0,2	n. d.	n. d.	<0,2	n. d.	n. d.	<0,2	n. d.	n. d.	<0,2	n. d.	n. d.	<0,2	n. d.	n. d.	<0,2	n. d.	n. d.	<0,2	n. d.	n. d.
Turbidité (NTU)	0,96	s. o.	s. o.	0,75	s. o.	s. o.	0,90	s. o.	s. o.	1,00	s. o.	s. o.	1,20	s. o.	s. o.	0,69	s. o.	s. o.	1,00	s. o.	s. o.
Aluminium	0,018	1,80	0,10	0,018	1,30	0,10	0,021	1,30	0,10	0,026	1,80	0,10	0,027	1,60	0,10	0,016	1,30	0,10	0,630	1,70	0,10
Antimoine	<0,001	n. d.	n. d.	<0,001	n. d.	n. d.	<0,001	n. d.	n. d.	<0,001	n. d.	n. d.	<0,001	n. d.	n. d.	<0,001	n. d.	n. d.	<0,001	n. d.	n. d.
Argent	<0,001	0,0001	0,00025	<0,001	0,0001	0,00025	<0,001	0,0001	0,00025	<0,001	0,0001	0,00025	<0,001	0,0001	0,00025	<0,001	0,0001	0,00025	<0,001	0,0001	0,00025
Arsenic	<0,001	0,150	0,005	<0,001	0,150	0,005	<0,001	0,150	0,005	<0,001	0,150	0,005	<0,001	0,150	0,005	<0,001	0,150	0,005	<0,001	0,150	0,005
Baryum	0,0080	0,259	n. d.	0,0083	0,277	n. d.	0,0083	0,281	n. d.	0,0085	0,291	n. d.	0,0077	0,268	n. d.	0,0075	0,277	n. d.	0,0110	0,277	n. d.
Cadmium	<0,0002	0,00019	0,00011	<0,0002	0,00020	0,00011	<0,0002	0,00020	0,00011	<0,0002	0,00020	0,00012	<0,0002	0,00019	0,00011	<0,0002	0,00020	0,00011	<0,0002	0,00020	0,00011
Calcium	17,00	n. d.	n. d.	19,00	n. d.	n. d.	19,00	n. d.	n. d.	19,00	n. d.	n. d.	18,00	n. d.	n. d.	18,00	n. d.	n. d.	18,00	n. d.	n. d.
Chrome	<0,005	0,0575	n. d.	<0,005	0,0606	n. d.	<0,005	0,0613	n. d.	<0,005	0,0628	n. d.	<0,005	0,0590	n. d.	<0,005	0,0606	n. d.	<0,005	0,0606	n. d.
Cobalt	<0,001	0,10	n. d.	<0,001	0,10	n. d.	<0,001	0,10	n. d.	<0,001	0,10	n. d.	<0,001	0,10	n. d.	<0,001	0,10	n. d.	<0,001	0,10	n. d.
Cuivre	<0,001	0,0061	0,0020	<0,001	0,0065	0,0020	<0,001	0,0065	0,0020	<0,001	0,0067	0,0020	<0,001	0,0063	0,0020	<0,001	0,0065	0,0020	0,010	0,0065	0,0020
Fer	0,07	Voir Fct <sup>b</sup>	0,30	0,06	Voir Fct <sup>b</sup>	0,30	0,08	Voir Fct <sup>b</sup>	0,30	0,09	Voir Fct <sup>b</sup>	0,30	<0,060	Voir Fct <sup>b</sup>	0,30	0,06	Voir Fct <sup>b</sup>	0,30	0,13	Voir Fct <sup>b</sup>	0,30
Fct de corr. <sup>b</sup> (Fer)	0,02	1,30	s. o.	0,02	1,30	s. o.	0,03	1,30	s. o.	0,03	1,30	s. o.	0,03	1,30	s. o.	0,03	1,30	s. o.	0,07	1,30	s. o.
Magnésium	4,30	n. d.	n. d.	4,60	n. d.	n. d.	4,70	n. d.	n. d.	4,80	n. d.	n. d.	4,40	n. d.	n. d.	4,50	n. d.	n. d.	4,50	n. d.	n. d.
Manganèse	0,012	1,250	0,22	0,014	1,322	0,22	0,014	1,340	0,22	0,012	1,375	0,11	0,010	1,286	0,22	0,011	1,322	0,11	0,013	1,322	0,22
Mercure	<0,0001	0,00091	0,000026	<0,0001	0,00091	0,000026	<0,0001	0,00091	0,000026	<0,0001	0,00091	0,000026	<0,0001	0,00091	0,000026	<0,0001	0,00091	0,000026	<0,0001	0,00091	0,000026
Molybdène	<0,001	3,2	0,073	<0,001	3,2	0,073	<0,001	3,2	0,073	<0,001	3,2	0,073	<0,001	3,2	0,073	<0,001	3,2	0,073	<0,001	3,2	0,073
Nickel	<0,002	0,0343	0,0656	<0,002	0,0362	0,0689	<0,002	0,0367	0,0697	<0,002	0,0376	0,0713	<0,002	0,0353	0,0673	<0,002	0,0362	0,0689	0,0037	0,0362	0,0689
Plomb	<0,0005	0,00170	0,0017	<0,0005	0,00184	0,0018	<0,0005	0,00187	0,0019	<0,0005	0,00195	0,0019	<0,0005	0,00177	0,0018	<0,0005	0,00184	0,0018	0,0029	0,00184	0,0018
Potassium	1,10	n. d.	n. d.	1,20	n. d.	n. d.	1,40	n. d.	n. d.	1,10	n. d.	n. d.	1,10	n. d.	n. d.	1,10	n. d.	n. d.	1,20	n. d.	n. d.
Sélénium	<0,003	0,005	0,001	<0,003	0,005	0,001	<0,003	0,005	0,001	<0,003	0,005	0,001	<0,003	0,005	0,001	<0,003	0,005	0,001	<0,003	0,005	0,001
Sodium	11	n. d.	n. d.	12	n. d.	n. d.	12	n. d.	n. d.	12	n. d.	n. d.	11	n. d.	n. d.	12	n. d.	n. d.	12	n. d.	n. d.
Zinc	<0,007	0,0788	n. d.	<0,007	0,0832	0,011	<0,007	0,0843	n. d.	<0,007	0,0864	n. d.	<0,007	0,0810	n. d.	<0,007	0,0832	n. d.	0,015	0,0832	n. d.

<sup>a</sup>: Critère du MELCC pour la protection de la vie aquatique (effet chronique) et Recommandation du CCME pour la protection de la vie aquatique (exposition à long terme).

<sup>b</sup>: Un facteur de correction est applicable sur les valeurs mesurées du fer avant la comparaison avec le critère du MELCC.

n. d. : Non déterminé

s. o. : sans objet

█ : Dépassement du critère du MELCC - CVAC (critère de protection de la vie aquatique, effet chronique).

abc : Dépassement de la recommandation pour la protection de la vie aquatique (exposition à long terme) du CCME.



**Tableau C5 : Qualité de l'eau de la zone d'étude dans la rivière Richelieu (Juillet 2021) – HAPs et BPCs**

Paramètre (mg/L)	RG1	RG2.1	RG2.2	RG3.1	CHENAL	RD1	ASH	Critère du MELCC <sup>a</sup>	Recommandation du CCME <sup>a</sup>
1-Méthylnaphtalène	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	n. d.	n. d.
2-Méthylnaphtalène	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	n. d.	n. d.
3-Méthylcholanthrène	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	n. d.	n. d.
7,12-Diméthylbenzanthracène	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	n. d.	n. d.
Acénaphène	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	0,038	0,0058
Acénaphylène	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	n. d.	n. d.
Anthracène	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	n. d.	0,000012
Benzo(a)anthracène	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	n. d.	n. d.
Benzo(a)pyrène	<0,000008	<0,000008	<0,000008	<0,000008	<0,000008	<0,000008	<0,000008	n. d.	0,000015
Benzo(b)fluoranthène	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	n. d.	n. d.
Benzo(j)fluoranthène	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	n. d.	n. d.
Benzo(k)fluoranthène	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	n. d.	n. d.
Benzo(c)phénanthrène	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	n. d.	n. d.
Benzo(ghi)pérylène	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	n. d.	n. d.
Chrysène	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	n. d.	n. d.
Dibenzo(a,h)anthracène	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	n. d.	n. d.
Dibenzo(a,h)pyrène	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	n. d.	n. d.
Dibenzo(a,i)pyrène	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	n. d.	n. d.
Dibenzo(a,l)pyrène	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	n. d.	n. d.
Fluoranthène	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	0,0016	0,00004
Fluorène	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	0,012	0,003
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	n. d.	n. d.
Naphtalène	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	0,011	0,0011
Phénanthrène	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	0,0014	0,0004
Pyrène	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	n. d.	0,000025
HAP totaux	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	n. d.	n. d.
H. P. (C10-C50)	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,011 à 0,20	n. d.
BPC totaux	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	n. d.	n. d.

<sup>a</sup> : Critère du MELCC pour la protection de la vie aquatique (effet chronique) et Recommandation du CCME pour la protection de la vie aquatique (exposition à long terme).  
n. d. : Non déterminé

**Tableau C6 : Qualité de l'eau des stations dans la rivière Richelieu (juillet 2021) – Pesticides et herbicides**

Paramètre (mg/L)	RG1	RG2.2	CHENAL	RD1	ASH	Critère du MELCC		Recommandation du CCME	
						Effet Aigu	Effet Chronique	Exposition à Court terme	Exposition à Long terme
<b>Pesticides organophosphorés</b>									
4,4'-méthoxychlor	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	n. d.	0,00003	n. d.	n. d.
a-Chlordane	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	0,00053	0,000029	n. d.	n. d.
Alachlore	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	0,15	0,011	n. d.	n. d.
Aldéhyde d'endrine	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Aldrine	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	0,00015	0,000017	n. d.	n. d.
Aspon	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Atrazine	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	0,05	0,0018	n. d.	0,0018
Atrazine dé-éthylé	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	0,05	0,0018	n. d.	n. d.
Azinphos éthyle	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Azinphos-méthyle	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	n. d.	0,00001	n. d.	n. d.
Benfluraline	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Benzene hexachloride-alpha (a-BHC)	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Benzene hexachloride-beta (b-BHC)	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Benzene hexachloride-delta (d-BHC)	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Bromacil	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	n. d.	0,005	n. d.	0,005
Bromophos	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Bromophos-éthyl	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Butylate	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	1,3	0,056	n. d.	n. d.
Captane	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	n. d.	0,0013	n. d.	n. d.
Carbofenthion	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Chlorbenside	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Chlorfenson (Ovex)	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Chlorfenvinphos (E/Z)	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Chlorméphos	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Chlorothalonil (Daconil)	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	n. d.	0,00018	n. d.	0,00018
Chlorpropham	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	0,6	0,045	n. d.	n. d.
Chlorpyrifos	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	n. d.	0,000002	0,00002	0,000002
Chlorpyrifos-méthyl	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Chlorthiophos	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Cyanazine (Bladex)	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	1	0,002	n. d.	0,002
Cyanophos	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Dacthal	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Déméton (O+S)	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	n. d.	0,0001	n. d.	n. d.
Desmétryne	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Diallate(E/Z)	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Diazinon	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	0,000064	0,000004	n. d.	n. d.
Dichlobénil	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Dichlofluanide	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Dichlorfenthion	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Dichlorvos & Naled	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Diclofop-méthyle	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	n. d.	0,0061	n. d.	6,1
Dicloran	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Dicofol	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Dicrotophos	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Dieldrine	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	0,00024	0,0000056	n. d.	n. d.
Diméthoate	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	n. d.	0,0062	n. d.	0,0062

**Tableau C6 : Qualité de l'eau des stations dans la rivière Richelieu (juillet 2021) – Pesticides et herbicides (suite)**

Paramètre (mg/L)	RG1	RG2.2	CHENAL	RD1	ASH	Critère du MELCC		Recommandation du CCME	
						Effet Aigu	Effet Chronique	Exposition à Court terme	Exposition à Long terme
<b>Pesticides organophosphorés</b>									
Dioxathion	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Diphénylamine	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Disulfoton (Di-Syston)	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Endosulfane I	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	n. d.	0,000003	0,00006	0,000003
Endosulfane II	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	n. d.	0,000003	0,00006	0,000003
Endrin cétone	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Endrine	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	0,000086	0,000036	n. d.	n. d.
EPN	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Epoxyde d'heptachlore	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	0,00026	n. d.	n. d.	n. d.
Eptam (EPTC)	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	0,88	0,039	n. d.	n. d.
Ethalfuraline	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Ethion	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Fenchlorphos (Ronnell)	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Fénitrothion	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Fensulfothion	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Fenthion	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Folpet	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Fonofos	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
g-Chlordane	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	0,00053	0,000029	n. d.	n. d.
Heptachlore	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	0,00042	0,00007	n. d.	n. d.
Hexachlorobenzène	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Hexazinone	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	1	0,00033	n. d.	n. d.
Iodophenphos	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Iprodione (Rovral)	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	0,091	0,004	n. d.	n. d.
Isophenphos	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Lindane (BHC-Gamma)	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Malaoxon	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Malathion	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	n. d.	0,0001	n. d.	n. d.
Métalaxyl	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Méthidathion	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Méthyl Parathion	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Métolachlore (Dual)	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	0,11	0,0078	n. d.	0,0078
Métribuzine (Sencor)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	n. d.	0,001	n. d.	0,001
Mevinphos, cis/trans (Phosdrin)	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Mirex	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	n. d.	0,000001	n. d.	n. d.
Nitrofène	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
o,p'-DDD	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	0,000029	0,0000032	n. d.	n. d.
o,p'-DDE	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	0,000029	0,0000032	n. d.	n. d.
o,p'-DDT + p,p'-DDD	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	0,000029	0,0000032	n. d.	n. d.
Ométhoate	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
p,p'-DDE	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	0,000029	0,0000032	n. d.	n. d.
p,p'-DDT	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	0,000029	0,000003	n. d.	n. d.
Parathion	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	0,000065	0,000013	n. d.	n. d.
Perméthrine (Cis/Trans)	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	0,000044	0,000004	n. d.	0,000004
Phorate (Thimet)	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Phosalone	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Phosmet	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.

**Tableau C6 : Qualité de l'eau des stations dans la rivière Richelieu (juillet 2021) – Pesticides et herbicides (suite)**

Paramètre (mg/L)	RG1	RG2.2	CHENAL	RD1	ASH	Critère du MELCC		Recommandation du CCME	
						Effet Aigu	Effet Chronique	Exposition à Court terme	Exposition à Long terme
<b>Pesticides organophosphorés</b>									
Phosphamidon	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Pirimicarb	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Pirimiphos-éthyl	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Pirimiphos-méthyl	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Procymidone	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Profluraline	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Prometryne	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Pronamide	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Propazine	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Prophenophos	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Propiconazole (Tilt)	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Pyrazophos	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Quinalophos	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Quintozène	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Simazine	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	0,16	0,01	n. d.	0,01
Sulfate d'endosulfane	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Sulfotep	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Tecnazène	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Terbufos	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Terbutylazine	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Terbutryne	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Tétrachlorvinphos	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Tetradifon	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Tolyfluanide	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Triadiméfon	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Triallate	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	n. d.	0,00024	n. d.	0,00024
Trifluraline	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	n. d.	0,00024	n. d.	0,0002
Vinclozolin	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
<b>Herbicides phénoxyacides</b>									
2,4,5-T	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
2,4,5-TP (Silvex)	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,27	0,03	n. d.	n. d.
2,4-D	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
2,4-D (BEE)	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
2,4-DB	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
2,4-DP (Dichlorprop)	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
Dicamba	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	n. d.	0,01	n. d.	0,01
MCPA	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	n. d.	0,0026	n. d.	0,0026
MCPP (mécoprop)	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	10	0,013	n. d.	n. d.
Piclorame	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,29	0,029	n. d.	0,029
<b>Glyphosate</b>	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	n. d.	0,8	27	0,8

n. d. : Non déterminé



**Tableau C7 : Résultats des contrôles de qualité de laboratoire et de terrain**

Paramètre	Unités	Échantillon (Station)	Duplicata de Laboratoire	Coefficient de Variation	RG2.2	Échantillon Fantôme	Coefficient de Variation	Blanc de Terrain
Tannins et lignines	mg/L	-	-	-	<0,2	<0,2	s. o.	<0,2
Acénaphène	µg/L	-	-	-	<0,030	<0,030	s. o.	-
Anthracène	µg/L	-	-	-	<0,030	<0,030	s. o.	-
Benzo(a)anthracène	µg/L	-	-	-	<0,030	<0,030	s. o.	-
Benzo(b)fluoranthène	µg/L	-	-	-	<0,060	<0,060	s. o.	-
Benzo(j)fluoranthène	µg/L	-	-	-	<0,060	<0,060	s. o.	-
Benzo(k)fluoranthène	µg/L	-	-	-	<0,060	<0,060	s. o.	-
Benzo(a)pyrène	µg/L	-	-	-	<0,0080	<0,0080	s. o.	-
Chrysène	µg/L	-	-	-	<0,030	<0,030	s. o.	-
Dibenzo(a,h)anthracène	µg/L	-	-	-	<0,030	<0,030	s. o.	-
Fluoranthène	µg/L	-	-	-	<0,030	<0,030	s. o.	-
Fluorène	µg/L	-	-	-	<0,030	<0,030	s. o.	-
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	µg/L	-	-	-	<0,030	<0,030	s. o.	-
Naphtalène	µg/L	-	-	-	<0,030	<0,030	s. o.	-
Phénanthrène	µg/L	-	-	-	<0,030	0,056	s. o.	-
Pyrène	µg/L	-	-	-	<0,030	<0,030	s. o.	-
Acénaphtylène	µg/L	-	-	-	<0,030	<0,030	s. o.	-
Benzo(ghi)pérylène	µg/L	-	-	-	<0,10	<0,10	s. o.	-
2-Méthylnaphtalène	µg/L	-	-	-	<0,10	<0,10	s. o.	-
1-Méthylnaphtalène	µg/L	-	-	-	<0,10	<0,10	s. o.	-
HAP totaux	µg/L	-	-	-	<0,060	<0,060	s. o.	-
Hydrocarbures pétroliers (C <sub>10</sub> -C <sub>50</sub> )	µg/L	-	-	-	<100	<100	s. o.	-
Aluminium	mg/L	-	-	-	0,022	0,028	17,0 %	<0,010
Antimoine	mg/L	-	-	-	<0,0010	<0,0010	s. o.	<0,0010
Argent	mg/L	-	-	-	<0,0010	<0,0010	s. o.	<0,0010
Arsenic	mg/L	-	-	-	<0,0010	<0,0010	s. o.	<0,0010
Baryum	mg/L	-	-	-	0,0078	0,0078	0,0 %	<0,0020
Cadmium	mg/L	-	-	-	<0,00020	<0,00020	s. o.	<0,00020
Calcium	mg/L	-	-	-	17	18	4,0 %	<0,50
Chrome	mg/L	-	-	-	<0,0050	<0,0050	s. o.	<0,0050
Cobalt	mg/L	-	-	-	<0,0010	<0,0010	s. o.	<0,0010
Cuivre	mg/L	-	-	-	<0,0010	<0,0010	s. o.	<0,0010
Dureté totale	mg/L	-	-	-	61	62	1,1 %	<1,0
Fer	mg/L	-	-	-	<0,060	<0,060	s. o.	<0,060
Magnésium	mg/L	-	-	-	4,2	4,3	1,7 %	<0,10
Manganèse	mg/L	-	-	-	0,0051	0,0054	4,0 %	<0,0010
Mercuré	mg/L	-	-	-	<0,00010	<0,00010	s. o.	<0,00010
Molybdène	mg/L	-	-	-	<0,0010	<0,0010	s. o.	<0,0010
Nickel	mg/L	-	-	-	<0,0020	<0,0020	s. o.	<0,0020
Phosphore total	mg/L	-	-	-	<0,010	<0,010	s. o.	<0,010
Plomb	mg/L	-	-	-	<0,00050	<0,00050	s. o.	<0,00050

**Tableau C7 : Résultats des contrôles de qualité de laboratoire et de terrain**

Paramètre	Unités	Échantillon (Station)	Duplicata de Laboratoire	Coefficient de Variation	RG2.2	Échantillon Fantôme	Coefficient de Variation	Blanc de Terrain
Potassium	mg/L	-	-	-	1,2	1,3	5,7 %	<0,50
Sélénium	mg/L	-	-	-	<0,0030	<0,0030	s. o.	<0,0030
Sodium	mg/L	-	-	-	11	11	0,0 %	<0,50
Zinc	mg/L	-	-	-	<0,0070	<0,0070	s. o.	<0,0070
Azote ammoniacal	mg/L	<0,02 (RG2.2)	<0,02	s. o.	<0,020	<0,020	s. o.	<0,020
Carbone organique dissous	mg/L	2,8 (Chenal)	2,8	0,0 %	2,8	2,8	0,0 %	<0,20
Carbone organique total	mg/L	-	-	-	3,0	2,9	2,5 %	<0,20
DBO5	mg/L	-	-	-	<4,0	<4,0	s. o.	-
Fluorur	mg/L	-	-	-	<0,10	<0,10	s. o.	<0,10
Nitrate et Nitrite	mg/L	-	-	-	0,14	0,17	13,7 %	<0,020
Nitrates	mg/L	-	-	-	0,14	0,17	13,7 %	<0,020
Nitrites	mg/L	-	-	-	<0,020	<0,020	s. o.	<0,020
NTK Azote Total Kjeldahl	mg/L	<0,40 (RG2.1)	<0,40	s. o.	<0,40	<0,40	s. o.	<0,40
Orthophosphate	mg/L	<0,05 (RG1)	<0,05	s. o.	<0,050	<0,050	s. o.	<0,050
pH	pH	-	-	-	8,05	8,00	0,4 %	5,80
Phosphore inorganique	mg/L	-	-	-	<0,030	<0,030	s. o.	<0,030
Turbidité	NTU	1,1 (Ash)	1,1	0,0 %	1,2	1,3	5,7 %	<0,10
Alcalinité Totale	mg/L	-	-	-	56	55	1,3 %	<1,0
Chlorures	mg/L	-	-	-	17	17	0,0 %	<0,050
Sulfates	mg/L	-	-	-	9,0	9,0	0,0 %	<0,50
Matières en suspension	mg/L	-	-	-	4,0	3,0	20,2 %	<2,0
Coliformes fécaux	UFC/100ml	-	-	-	0	0	0,0 %	-
BPC totaux	mg/L	-	-	-	<0,00001	<0,00001	s. o.	-

s. o. : sans objet

**Annexe F      Tableaux des résultats d'analyse des sédiments en  
laboratoire - juillet 2021**



**Tableau D-1 : Qualité des sédiments des stations dans la rivière Richelieu (Juillet) – Métaux, nutriments et ions**

Paramètre (mg/kg)	RG1	RG2.1	RG2.2	RG3.1	CHENAL	RD1	ASH	Critère de la qualité des sédiments <sup>a</sup>		Critères génériques des sols <sup>b</sup>			Valeurs limites pour l'enfouissement <sup>c</sup>
								CEO	CEF	A	B	C	D
<b>Métaux, nutriments et ions</b>													
Aluminium	2 400	1 900	1 900	4 500	14 000	690	3 600	-	-	-	-	-	-
Antimoine	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	-	-	-	-	-	-
Argent	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	-	-	2	20	40	200
Arsenic	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	3,8	<2,0	<2,0	7,6	23	6	30	50	250
Baryum	20	16	14	41	110	<5,0	29	-	-	340	500	2 000	1 0000
Cadmium	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,47	<0,10	0,12	1,7	12	1,5	5	20	100
Calcium	2 600	2 000	2 400	4 600	5 500	790	17 000	-	-	-	-	-	-
Chrome	5,7	4,6	5,1	9,8	32	<2,0	8,1	57	120	100	250	800	4 000
Cobalt	2,7	3	2,4	4,2	11	<2,0	4	-	-	25	50	300	1 500
Cuivre	7	5,3	5,7	7,1	35	<1,0	5,6	63	700	50	100	500	2 500
Fer	6 800	4 800	5 400	8 300	26 000	1 800	9 200	-	-	-	-	-	-
Magnésium	1 500	900	1 200	2 100	6 200	280	1 500	-	-	-	-	-	-
Manganèse	120	72	110	110	470	23	160	-	-	1 000	1 000	2 200	11 000
Mercuré	0,058	0,055	<0,050	<0,050	0,11	<0,050	0,058	0,25	0,87	0,2	2	10	50
Molybdène	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	-	-	2	10	40	200
Nickel	5,9	4,8	4,6	8,4	31	1,3	7,7	47	-	50	100	500	2 500
Phosphore total	470	400	500	630	930	240	440	-	-	-	-	-	-
Plomb	<5,0	5	<5,0	5,1	28	<5,0	8,1	52	150	50	500	1000	5 000
Potassium	430	340	340	760	2 700	70	590	-	-	-	-	-	-
Sélénium	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	-	-	1	3	10	50
Sodium	73	67	76	110	310	43	160	-	-	-	-	-	-
Zinc	20	18	17	23	110	<5,0	32	170	770	140	500	1 500	7 500
Azote Total Kjeldahl	700	1 100	1 100	1 200	12 000	230	1 400	-	-	-	-	-	-
Azote ammoniacal	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	120	<5,0	11	-	-	-	-	-	-
Carbone organique total (% g/g)	1,4	1,2	1,1	1,8	9,8	0,22	1,5	-	-	-	-	-	-
Chlorures	11	13	11	21	52	5,8	10	-	-	-	-	-	-
Fluorures	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	-	-	200	400	2 000	10 000
Nitrates	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	-	-	-	-	-	-
Nitrites	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	-	-	-	-	-	-
Orthophosphate	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	-	-	-	-	-	-
Phosphore inorganique	310	270	240	410	220	240	220	-	-	-	-	-	-
Sulfates	23	36	50	25	180	<5,0	22	-	-	-	-	-	-

Note : À moins d'indication contraire, les unités sont exprimées en mg/kg

<sup>a</sup> : Environnement Canada et MDDEFP, 2007. Critères pour l'évaluation de la qualité des sédiments au Québec et cadres d'application : prévention, dragage, restauration. 39 pages.

<sup>b</sup> : Beaulieu, M. 2021. Guide d'intervention – Protection des sols et réhabilitation des terrains contaminés. Ministère de l'Environnement et de la lutte contre les changements climatiques, Québec, mai 2021, 326 p

<sup>c</sup> : Annexe I du Règlement sur l'enfouissement des sols contaminés (RESC)

CEO : Concentration d'effets occasionnels; CEF : Concentration d'effets fréquents

**Tableau D-2 : Qualité des sédiments des stations dans la rivière Richelieu (juillet) – BPCs et HAPs**

Paramètre (mg/kg)	RG1	RG2.1	RG2.2	RG3.1	CHENAL	RD1	ASH	Critère de la qualité des sédiments <sup>a</sup>		Critères génériques des sols <sup>b</sup>			Valeurs limites pour l'enfouissement <sup>c</sup>
								CEO	CEF	A	B	C	D
<b>BPC totaux</b>	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,079	0,78	0,2	1	10	50
Pentachlorobiphényles totaux	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	-	-	-	-	-	-
Décachlorobiphényles totaux	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	-	-	-	-	-	-
<b>HAP</b>													
Acenaphthène	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,0049	<0,003	<0,003	0,021	0,94	0,1	10	100	100
Acenaphthylène	0,0031	<0,003	<0,003	<0,003	0,015	<0,003	0,0046	0,03	0,34	0,1	10	100	100
Anthracène	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,032	<0,010	<0,010	0,11	1,1	0,1	10	100	100
Benzo(a)anthracène	0,01	0,013	0,014	<0,010	0,089	<0,010	0,013	0,12	0,76	0,1	10	10	34
Benzo(a)pyrène	0,012	0,016	0,015	<0,010	<b>0,11</b>	<0,010	0,016	0,15	3,2	0,1	1	10	34
Benzo(e)pyrène	<0,010	0,014	0,012	<0,010	0,097	<0,010	0,017	-	-	-	-	-	-
Benzo(b)fluoranthène	0,013	0,019	0,016	<0,010	<b>0,13</b>	<0,010	0,021	-	-	0,1	1	10	136
Benzo(j)fluoranthène	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,062	<0,010	0,01	-	-	0,1	1	10	136
Benzo(k)fluoranthène	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,06	<0,010	<0,010	-	-	0,1	1	10	136
Benzo(c)phénanthrène	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,021	<0,010	<0,010	-	-	0,1	1	10	56
Benzo(g,h,i)pérylène	<0,010	0,012	0,01	<0,010	0,066	<0,010	0,015	-	-	0,1	1	10	18
Chrysène	<0,016	<0,022	<0,018	<0,010	<b>0,16</b>	<0,010	<0,023	0,24	1,6	0,1	1	10	34
Dibenzo(a,h)anthracène	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	0,014	<0,003	<0,003	0,043	0,2	0,1	1	10	82
Dibenzo(a,i)pyrène	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	-	-	0,1	1	10	34
Dibenzo(a,h)pyrène	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	-	-	0,1	1	10	34
Dibenzo(a,l)pyrène	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	-	-	0,1	1	10	34
Diméthyl-7,12 benzo(a)anthracène	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	-	-	0,1	1	10	34
Fluoranthène	0,019	0,026	0,027	<0,010	<b>0,19</b>	<0,010	0,033	0,45	4,9	0,1	10	100	100
Fluorène	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,061	1,2	0,1	10	100	100
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	<0,010	0,013	0,011	<0,010	0,073	<0,010	0,015	-	-	0,1	1	10	34
Méthyl-3 cholanthrène	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	-	-	0,1	1	10	150
Méthyl-1 naphtalène	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	-	-	0,1	1	10	56
Méthyl-2 naphtalène	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,063	0,38	0,1	1	10	56
Naphtalène	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,12	1,2	0,1	5	50	56
Phénanthrène	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,042	<0,010	<0,010	0,13	1,1	0,1	5	50	56
Pyrène	0,015	0,021	0,021	<0,010	<b>0,16</b>	<0,010	0,025	0,23	1,5	0,1	10	100	100
Diméthyl-1,3 naphtalène	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,017	<0,010	<0,010	-	-	0,1	1	10	-
Triméthyl-2,3,5 naphtalène	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	-	-	0,1	1	10	-
Hydrocarbures pétroliers (C <sub>10</sub> -C <sub>50</sub> )	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	-	-	100	700	3 500	10 000

**123** : Valeur de niveau A-B (critère générique des sols; Beaulieu 2021)

a : Environnement Canada et MDDEFP, 2007. Critères pour l'évaluation de la qualité des sédiments au Québec et cadres d'application : prévention, dragage, restauration. 39 pages.

b : Beaulieu, M. 2021. Guide d'intervention – Protection des sols et réhabilitation des terrains contaminés. Ministère de l'Environnement et de la lutte contre les changements climatiques, Québec, mai 2021, 326 p

c : Annexe I du Règlement sur l'enfouissement des sols contaminés (RESC)

CEO : Concentration d'effets occasionnels; CEF : Concentration d'effets fréquents

**Tableau D-3 : Qualité des sédiments des stations dans la rivière Richelieu (juillet) – Pesticides et herbicides**

Paramètre (mg/kg)	RG1	RG2.2	CHENAL	RD1	ASH	Critère de la qualité des sédiments <sup>a</sup>		Valeurs limites pour l'enfouissement <sup>c</sup>
						CEO	CEF	D
<b>Pesticides organochlorés</b>								
Acéphate	<0,050	<0,050	<0,10	<0,050	<0,050	-	-	-
Alachlore	<0,050	<0,050	<0,10	<0,050	<0,050	-	-	-
Aldrine	<0,050	<0,050	<0,10	<0,050	<0,050	-	-	0,66
Aspon	<0,010	<0,010	<0,020	<0,010	<0,010	-	-	-
Atrazine	<0,030	<0,030	<0,060	<0,030	<0,030	-	-	-
Azinphos éthyle	<0,050	<0,050	<0,10	<0,050	<0,050	-	-	-
Azinphos-méthyle	<0,050	<0,050	<0,10	<0,050	<0,050	-	-	-
Bendiocarbe	<0,050	<0,025	<0,15	<0,025	<0,050	-	-	14
Benfluraline	<0,020	<0,020	<0,040	<0,020	<0,020	-	-	-
a-BHC	<0,010	<0,010	<0,020	<0,010	<0,010	-	-	0,66
b-BHC	<0,010	<0,010	<0,020	<0,010	<0,010	-	-	0,66
d-BHC	<0,010	<0,010	<0,020	<0,010	<0,010	-	-	0,66
Bromacil	<0,020	<0,020	<0,040	<0,020	<0,020	-	-	-
Bromophos	<0,010	<0,010	<0,020	<0,010	<0,010	-	-	-
Bromophos-éthyl	<0,050	<0,050	<0,10	<0,050	<0,050	-	-	-
Butylate	<0,020	<0,020	<0,040	<0,020	<0,020	-	-	14
Captane	<0,10	<0,10	<0,20	<0,10	<0,10	-	-	-
Carbofenthion	<0,010	<0,010	<0,020	<0,010	<0,010	-	-	-
Chlorbenside	<0,050	<0,050	<0,10	<0,050	<0,050	-	-	-
a-Chlordane	<0,010	<0,010	<0,020	<0,010	<0,010	0,0067	0,015	2,6
g-Chlordane	<0,010	<0,010	<0,020	<0,010	<0,010	0,0067	0,015	2,6
Chlorfenson (Ovex)	<0,020	<0,020	<0,040	<0,020	<0,020	-	-	-
Chlorfenvinphos (E/Z)	<0,010	<0,010	<0,020	<0,010	<0,010	-	-	-
Chlorméphos	<0,050	<0,050	<0,10	<0,050	<0,050	-	-	-
Chlorothalonil (Daconil)	<0,020	<0,020	<0,040	<0,020	<0,020	-	-	-
Chlorpropham	<0,020	<0,020	<0,040	<0,020	<0,020	-	-	-
Chlorpyrifos	<0,010	<0,010	<0,020	<0,010	<0,010	-	-	-
Chlorpyrifos-méthyl	<0,030	<0,030	<0,060	<0,030	<0,030	-	-	-
Dacthal	<0,050	<0,050	<0,10	<0,050	<0,050	-	-	-
Chlorthiophos	<0,030	<0,030	<0,060	<0,030	<0,030	-	-	-
Cyanazine (Bladex)	<0,030	<0,030	<0,060	<0,030	<0,030	-	-	-
Cyanophos	<0,050	<0,050	<0,10	<0,050	<0,050	-	-	-
o,p'-DDD	<0,010	<0,010	<0,020	<0,010	<0,010	0,0085	0,015	0,87
o,p'-DDE	<0,010	<0,010	<0,020	<0,010	<0,010	0,0026	0,019	0,87
p,p'-DDE	<0,010	<0,010	<0,020	<0,010	<0,010	0,0026	0,019	0,87
o,p'-DDT + p,p'-DDD	<0,020	<0,020	<0,040	<0,020	<0,020	-	-	0,87
p,p'-DDT	<0,010	<0,010	<0,020	<0,010	<0,010	0,0038	0,01	0,87
Atrazine dé-éthylé	<0,030	<0,030	<0,060	<0,030	<0,030	-	-	-
Déméton (O+S)	<0,020	<0,020	<0,040	<0,020	<0,020	-	-	-
Desmétryne	<0,030	<0,030	<0,060	<0,030	<0,030	-	-	-
Diallate(E/Z)	<0,020	<0,020	<0,040	<0,020	<0,020	-	-	-
Diazinon	<0,020	<0,020	<0,040	<0,020	<0,020	-	-	-
Dichlobénil	<0,050	<0,050	<0,10	<0,050	<0,050	-	-	-
Dicloran	<0,050	<0,050	<0,10	<0,050	<0,050	-	-	-

**Tableau D-3 : Qualité des sédiments des stations dans la rivière Richelieu (juillet) – Pesticides et herbicides (suite)**

Paramètre (mg/kg)	RG1	RG2.2	CHENAL	RD1	ASH	Critère de la qualité des sédiments <sup>a</sup>		Valeurs limites pour l'enfouissement <sup>c</sup>
						CEO	CEF	D
<b>Pesticides organochlorés (suite)</b>								
Dichlorfenthion	<0,020	<0,020	<0,040	<0,020	<0,020	-	-	-
Dichlofluanide	<0,020	<0,020	<0,040	<0,020	<0,020	-	-	-
Dichlorvos & Naled	<0,050	<0,050	<0,10	<0,050	<0,050	-	-	-
Diclofop-méthyle	<0,010	<0,010	<0,020	<0,010	<0,010	-	-	-
Dicofol	<0,10	<0,10	<0,20	<0,10	<0,10	-	-	-
Dicrotophos	<0,050	<0,050	<0,10	<0,050	<0,050	-	-	-
Dieldrine	<0,020	<0,020	<0,040	<0,020	<0,020	0,0039	0,017	1,3
Diméthoate	<0,020	<0,020	<0,040	<0,020	<0,020	-	-	-
Dioxathion	<0,020	<0,020	<0,040	<0,020	<0,020	-	-	-
Diphénylamine	<0,050	<0,050	<0,10	<0,050	<0,050	-	-	-
Disulfoton (Di-Syston)	<0,020	<0,020	<0,040	<0,020	<0,020	-	-	62
Sulfate d'endosulfane	<0,010	<0,010	<0,020	<0,010	<0,010	-	-	1,3
Endosulfane I	<0,10	<0,10	<0,20	<0,10	<0,10	-	-	0,66
Endosulfane II	<0,020	<0,020	<0,040	<0,020	<0,020	-	-	1,3
Endrine	<0,040	<0,040	<0,080	<0,040	<0,040	0,036	0,33	1,3
Aldéhyde d'endrine	<0,040	<0,040	<0,080	<0,040	<0,040	-	-	1,3
Endrin cétone	<0,040	<0,040	<0,080	<0,040	<0,040	-	-	-
EPN	<0,050	<0,050	<0,10	<0,050	<0,050	-	-	-
Eptam (EPTC)	<0,050	<0,050	<0,10	<0,050	<0,050	-	-	14
Ethalfuraline	<0,050	<0,050	<0,10	<0,050	<0,050	-	-	-
Ethion	<0,050	<0,050	<0,10	<0,050	<0,050	-	-	-
Fenclorphos (Ronnell)	<0,050	<0,050	<0,10	<0,050	<0,050	-	-	-
Fénitrothion	<0,020	<0,020	<0,040	<0,020	<0,020	-	-	-
Fenthion	<0,020	<0,020	<0,040	<0,020	<0,020	-	-	-
Fensulfothion	<0,020	<0,020	<0,040	<0,020	<0,020	-	-	-
Folpet	<0,10	<0,10	<0,20	<0,10	<0,10	-	-	-
Fonofos	<0,050	<0,050	<0,10	<0,050	<0,050	-	-	-
Heptachlore	<0,010	<0,010	<0,020	<0,010	<0,010	-	-	0,66
Epoxyde d'heptachlore	<0,010	<0,010	<0,020	<0,010	<0,010	0,0027	0,004	0,66
Hexachlorobenzène	<0,030	<0,030	<0,060	<0,030	<0,030	-	-	-
Hexazinone	<0,050	<0,050	<0,10	<0,050	<0,050	-	-	-
Iodophenphos	<0,010	<0,010	<0,020	<0,010	<0,010	-	-	-
Iprodione (Rovral)	<0,050	<0,050	<0,10	<0,050	<0,050	-	-	-
Isophenphos	<0,020	<0,020	<0,040	<0,020	<0,020	-	-	-
Lindane (BHC-Gamma)	<0,010	<0,010	<0,020	<0,010	<0,010	0,0014	0,011	0,66
Malaoxon	<0,10	<0,10	<0,20	<0,10	<0,10	-	-	-
Malathion	<0,010	<0,010	<0,020	<0,010	<0,010	-	-	-
Métalaxyl	<0,020	<0,020	<0,040	<0,020	<0,020	-	-	-
Méthamidaphos	<0,050	<0,050	<0,10	<0,050	<0,050	-	-	-
Méthidathion	<0,020	<0,020	<0,040	<0,020	<0,020	-	-	-
4,4'-méthoxychlor	<0,050	<0,050	<0,10	<0,050	<0,050	-	-	1,8
Métolachlore (Dual)	<0,020	<0,020	<0,040	<0,020	<0,020	-	-	-
Métribuzine (Sencor)	<0,050	<0,050	<0,10	<0,050	<0,050	-	-	-
Mevinphos, cis/trans (Phosdrin)	<0,050	<0,050	<0,10	<0,050	<0,050	-	-	-



**Tableau D-3 : Qualité des sédiments des stations dans la rivière Richelieu (juillet) – Pesticides et herbicides (suite)**

Paramètre (mg/kg)	RG1	RG2.2	CHENAL	RD1	ASH	Critère de la qualité des sédiments <sup>a</sup>		Valeurs limites pour l'enfouissement <sup>c</sup>
						CEO	CEF	D
<b>Pesticides organochlorés (suite)</b>								
Mirex	<0,020	<0,020	<0,040	<0,020	<0,020	-	-	-
Nitrofène	<0,050	<0,050	<0,10	<0,050	<0,050	-	-	-
Ométhoate	<0,050	<0,050	<0,10	<0,050	<0,050	-	-	-
Parathion	<0,050	<0,050	<0,10	<0,050	<0,050	-	-	46
Méthyl Parathion	<0,020	<0,020	<0,040	<0,020	<0,020	-	-	46
Perméthrine (Cis/Trans)	<0,050	<0,050	<0,10	<0,050	<0,050	-	-	-
Phorate (Thimet)	<0,020	<0,020	<0,040	<0,020	<0,020	-	-	46
Phosalone	<0,050	<0,050	<0,10	<0,050	<0,050	-	-	-
Phosmet	<0,030	<0,030	<0,060	<0,030	<0,030	-	-	-
Phosphamidon	<0,050	<0,050	<0,10	<0,050	<0,050	-	-	-
Pirimicarb	<0,050	<0,050	<0,10	<0,050	<0,050	-	-	-
Pirimiphos-éthyl	<0,020	<0,020	<0,040	<0,020	<0,020	-	-	-
Pirimiphos-méthyl	<0,020	<0,020	<0,040	<0,020	<0,020	-	-	-
Procymidone	<0,050	<0,050	<0,10	<0,050	<0,050	-	-	-
Prophenophos	<0,050	<0,050	<0,10	<0,050	<0,050	-	-	-
Profluraline	<0,020	<0,020	<0,040	<0,020	<0,020	-	-	-
Prometryne	<0,030	<0,030	<0,060	<0,030	<0,030	-	-	-
Pronamide	<0,050	<0,050	<0,10	<0,050	<0,050	-	-	-
Propazine	<0,020	<0,020	<0,040	<0,020	<0,020	-	-	-
Propiconazole (Tilt)	<0,020	<0,020	<0,040	<0,020	<0,020	-	-	-
Pyrazophos	<0,020	<0,020	<0,040	<0,020	<0,020	-	-	-
Quinalophos	<0,030	<0,030	<0,060	<0,030	<0,030	-	-	-
Quintozène	<0,050	<0,050	<0,10	<0,050	<0,050	-	-	-
Simazine	<0,010	<0,010	<0,020	<0,010	<0,010	-	-	-
Tétrachlorvinphos	<0,020	<0,020	<0,040	<0,020	<0,020	-	-	-
Sulfotep	<0,020	<0,020	<0,040	<0,020	<0,020	-	-	-
Tecnazène	<0,050	<0,050	<0,10	<0,050	<0,050	-	-	-
Terbufos	<0,050	<0,050	<0,10	<0,050	<0,050	-	-	-
Terbutryne	<0,020	<0,020	<0,040	<0,020	<0,020	-	-	-
Terbuthylazine	<0,020	<0,020	<0,040	<0,020	<0,020	-	-	-
Tetradifon	<0,020	<0,020	<0,040	<0,020	<0,020	-	-	-
Tolyfluanide	<0,050	<0,050	<0,10	<0,050	<0,050	-	-	-
Triadiméfon	<0,050	<0,050	<0,10	<0,050	<0,050	-	-	-
Triallate	<0,020	<0,020	<0,040	<0,020	<0,020	-	-	14
Trifluraline	<0,050	<0,050	<0,10	<0,050	<0,050	-	-	-
Vinclozolin	<0,020	<0,020	<0,040	<0,020	<0,020	-	-	-

**Tableau D-3 : Qualité des sédiments des stations dans la rivière Richelieu (juillet) – Pesticides et herbicides (suite)**

Paramètre (mg/kg)	RG1	RG2.2	CHENAL	RD1	ASH	Critère de la qualité des sédiments <sup>a</sup>		Valeurs limites pour l'enfouissement <sup>c</sup>
						CEO	CEF	D
<b>Herbicides phénoxyacides</b>								
2,4,5-T	<0,0002	<0,0001	<0,0025	<0,0001	<0,0001	-	-	79
2,4,5-TP (Silvex)	<0,0002	<0,0001	<0,0025	<0,0001	<0,0001	-	-	79
2,4-D	<0,0002	<0,0001	<0,0025	<0,0001	<0,0001	-	-	100
2,4-D (BEE)	<0,0004	<0,0002	<0,0050	<0,0002	<0,0002	-	-	-
2,4-DB	<0,0002	<0,0001	<0,0025	<0,0001	<0,0001	-	-	-
2,4-DP (Dichlorprop)	<0,0002	<0,0001	<0,0025	<0,0001	<0,0001	-	-	-
Dicamba	<0,0004	<0,0002	<0,0050	<0,0002	<0,0002	-	-	-
MCPA	<0,0004	<0,0002	<0,0050	<0,0002	<0,0002	-	-	-
MCPP (mécoprop)	<0,0004	<0,0002	<0,0050	<0,0002	<0,0002	-	-	-
Piclorame	<0,0004	<0,0002	<0,0050	<0,0002	<0,0002	-	-	-
<b>Glyphosate</b>	<0,002	<0,002	<0,006	<0,001	<0,002	-	-	-

a : Environnement Canada et MDDEFP, 2007. Critères pour l'évaluation de la qualité des sédiments au Québec et cadres d'application : prévention, dragage, restauration. 39 pages.

b : Beaulieu, M. 2021. Guide d'intervention – Protection des sols et réhabilitation des terrains contaminés. Ministère de l'Environnement et de la lutte contre les changements climatiques, Québec, mai 2021, 326 p

c : Annexe I du Règlement sur l'enfouissement des sols contaminés (RESC)

CEO : Concentration d'effets occasionnels.

CEF : Concentration d'effets fréquents.

**Tableau D-4 : Résultats du contrôle de qualité de laboratoire**

Station	RG1	Dup. de Laboratoire	Coefficient de Variation	RG2.2	Échantillon Fantôme	Coefficient de Variation
<b>Métaux, nutriments et ions (mg/kg)</b>						
Aluminium	2 400	2 200	6,1 %	1 900	2 200	10,3 %
Antimoine	<2,0	<2,0	s. o.	<2,0	<2,0	s. o.
Argent	<2,0	<2,0	s. o.	<2,0	<2,0	s. o.
Arsenic	<2,0	<2,0	s. o.	<2,0	<2,0	s. o.
Baryum	20	18	7,4 %	14	18	17,7 %
Cadmium	<0,10	<0,10	s. o.	<0,10	<0,10	s. o.
Calcium	2 600	1 900	22,0 %	2 400	3 300	22,3 %
Chrome	5,7	5,8	1,2 %	5,1	5,7	7,9 %
Cobalt	2,7	2,6	2,7 %	2,4	2,6	5,7 %
Cuivre	7	6,2	8,6 %	5,7	6,7	11,4 %
Fer	6 800	6 300	5,4 %	5 400	6 400	12,0 %
Magnésium	1 500	1 400	4,9 %	1 200	1 600	20,2 %
Manganèse	120	100	12,9 %	110	120	6,1 %
Mercure	0,058	<0,050	s. o.	<0,050	<0,050	s. o.
Molybdène	<2,0	<2,0	s. o.	<2,0	<2,0	0,0 %
Nickel	5,9	7,7	18,7 %	4,6	5,4	11,3 %
Phosphore total	470	410	9,6 %	500	480	2,9 %
Plomb	<5,0	<5,0	s. o.	<5,0	8,5	s. o.
Potassium	430	400	5,1 %	340	400	11,5 %
Sélénium	<1,0	<1,0	s. o.	<1,0	<1,0	s. o.
Sodium	73	67	6,1 %	76	69	6,8 %
Zinc	20	19	3,6 %	17	20	11,5 %
Azote Total Kjeldahl	700	760	5,8 %	1 100	610	40,5 %
Azote ammoniacal	-	-	-	<5,0	<5,0	s. o.
Carbone organique total (% g/g)	-	-	-	1,1	0,97	8,9 %
Chlorures	-	-	-	11	9,6	9,6 %
Fluorures	-	-	-	<1,0	<1,0	s. o.
Nitrates	-	-	-	<1,0	<1,0	s. o.
Nitrites	-	-	-	<0,20	<0,20	s. o.
Orthophosphate	-	-	-	<1,0	<1,0	s. o.
Phosphore inorganique	-	-	-	240	240	0,0 %
Sulfates	-	-	-	50	32	31,0 %
BPC totaux	-	-	-	<0,010	<0,010	s. o.
Pentachlorobiphényles totaux	-	-	-	<0,010	<0,010	s. o.
Décachlorobiphényles totaux	-	-	-	<0,010	<0,010	s. o.
<b>HAP (mg/kg)</b>						
Acenaphtene	-	-	-	<0,0030	<0,0030	s. o.
Acenaphthylene	-	-	-	<0,0030	<0,0030	s. o.
Anthracene	-	-	-	<0,010	<0,010	s. o.
Benzo(a)anthracene	-	-	-	0,014	0,011	17,0 %
Benzo(a)pyrene	-	-	-	0,015	0,012	15,7 %
Benzo(e)pyrene	-	-	-	0,012	0,012	0,0 %
Benzo(b)fluoranthène	-	-	-	0,016	0,014	9,4 %
Benzo(j)fluoranthène	-	-	-	<0,010	<0,010	s. o.
Benzo(k)fluoranthène	-	-	-	<0,010	<0,010	s. o.
Benzo(c)phénanthrène	-	-	-	<0,010	<0,010	s. o.
Benzo(g,h,i)pérylène	-	-	-	0,01	<0,010	s. o.
Chrysene	-	-	-	<0,018	<0,016	s. o.
Dibenzo(a,h)anthracene	-	-	-	<0,0030	<0,0030	s. o.
Dibenzo(a,i)pyrène	-	-	-	<0,010	<0,010	s. o.
Dibenzo(a,h)pyrène	-	-	-	<0,010	<0,010	s. o.
Dibenzo(a,l)pyrène	-	-	-	<0,010	<0,010	s. o.
Diméthyl-7,12 benzo(a)anthracène	-	-	-	<0,010	<0,010	s. o.
Fluoranthene	-	-	-	0,027	0,022	14,4 %
Fluorene	-	-	-	<0,010	<0,010	s. o.
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	-	-	-	0,011	<0,010	0,0 %
Méthyl-3 cholanthrène	-	-	-	<0,010	<0,010	s. o.

**Tableau D-4 : Résultats du contrôle de qualité de laboratoire (suite)**

Station	RG1	Dup. de Laboratoire	Coefficient de Variation	RG2.2	Échantillon Fantôme	Coefficient de Variation
HAP (mg/kg)						
Méthyl-1 naphthalène	-	-	-	<0,010	<0,010	s. o.
Méthyl-2 naphthalène	-	-	-	<0,010	<0,010	s. o.
Naphthalène	-	-	-	<0,010	<0,010	s. o.
Phenanthrene	-	-	-	<0,010	<0,010	s. o.
Pyrene	-	-	-	0,021	0,017	14,9 %
Diméthyl-1,3 naphthalène	-	-	-	<0,010	<0,010	s. o.
Triméthyl-2,3,5 naphthalène	-	-	-	<0,010	<0,010	s. o.
Hydrocarbures pétroliers (C10-C50)	-	-	-	<0,010	<0,010	s. o.

s. o. : sans objet

Note : À moins d'indication contraire, les concentrations sont exprimés en mg/kg

