

ANALYSE DE LA VULNÉRABILITÉ DE L'INSTALLATION DE PRODUCTION D'EAU POTABLE (X0008330-1)



Rapport rédigé par :

Gabrielle Fortin, biologiste

Fanny Lanoix, biologiste

Michèle Labelle, biologiste

Date de remise : Février 2021



Signatures :

Préparé et révisé par :

Michèle Labelle, Biologiste
Agence de bassin versant des 7

Gabrielle Fortin, Biologiste, Msc.
Agence de bassin versant des 7

Rapport révisé par la Ville de Gatineau ainsi que par la Polytechnique de Montréal

Référence à citer :

AGENCE DE BASSIN VERSANT DES 7 (ABV7), 2021. Analyse de la vulnérabilité de l'installation de production d'eau potable (X0008330-1). Rapport préparé pour la Ville de Gatineau. 186 p.

SOMMAIRE EXÉCUTIF

L'article 75 du Règlement sur le Prélèvement des Eaux et leur Protection (RPEP), entré en vigueur le 1^{er} avril 2015, exige que les responsables d'un prélèvement d'eau de surface de catégorie 1, c'est-à-dire alimentant plus de 500 personnes et au moins une résidence, réalisent une analyse de vulnérabilité de leur source d'eau potable tous les 5 ans. Les premiers rapports doivent être soumis au MELCC avant le 1^{er} avril 2021. Cette première analyse de la vulnérabilité du site de prélèvement de l'usine de production d'eau potable de Hull a été réalisée par l'Agence de bassins versants des 7 (ABV des 7) en collaboration avec le Centre de recherche, développement et validation des technologies et procédés de traitement des eaux (CREDEAU) de l'École Polytechnique pour la Ville de Gatineau.

L'usine de production d'eau potable (UPEP) de Hull est alimentée par un tronçon de la rivière des Outaouais. Ce rapport présente une description du site de prélèvement et de l'installation de production d'eau potable. Ces sections incluent des informations détaillées sur les sujets suivants : les structures de la prise d'eau, les barrières de traitement, les produits chimiques stockés dans l'usine, la capacité de stockage d'eau potable, une évaluation de la redondance des équipements dans l'usine, la résilience de l'UPEP lors d'une panne d'électricité, la capacité d'interconnexion entre les UPEP de la Ville de Gatineau, une évaluation de la robustesse du traitement pour l'enlèvement des microorganismes et des travaux d'optimisation de l'UPEP. Les aires de protection du site de prélèvement sont présentées à la Figure 1.

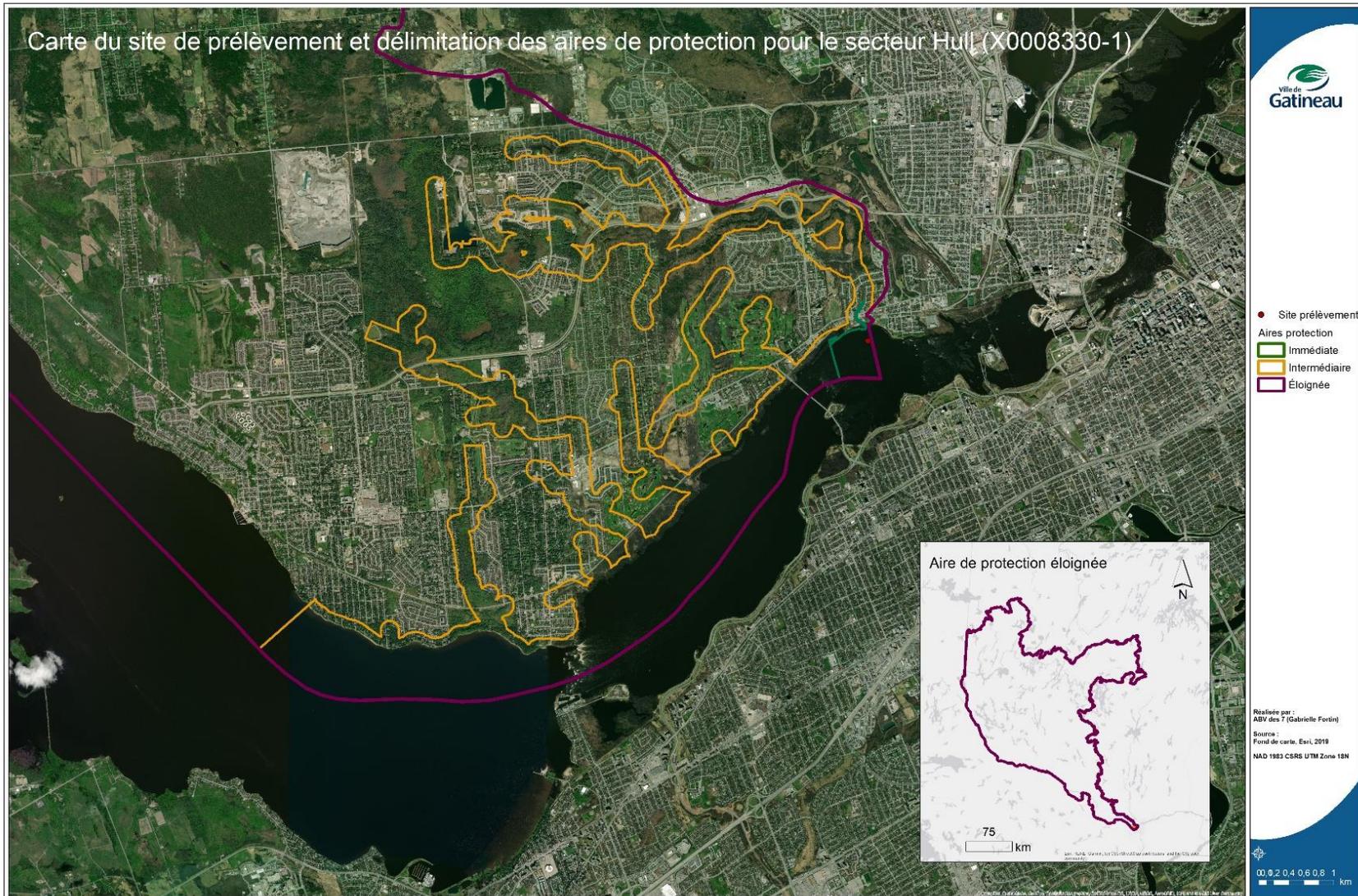


Figure 1 : Carte des aires de protection du site de prélèvement de l’UPEP de Hull. A : Aire immédiate (en vert). B : Aire de protection intermédiaire (en orange). C : Aire de protection éloignée (partie située au Québec uniquement) (en violet).

L'aire de protection immédiate est localisée dans le secteur de Hull. L'aire de protection intermédiaire recoupe les territoires des secteurs Hull et Aylmer. L'aire éloignée du site de prélèvement de Hull est la partie du bassin versant de la rivière des Outaouais, située sur le territoire québécois, se déversant en amont de la prise d'eau.

L'annexe IV de l'article 69 du RPEP (Gouvernement du Québec, 2014) exige que la vulnérabilité des eaux exploitées soit évaluée par la détermination de six indicateurs. Un bilan des niveaux de vulnérabilité du site de prélèvement de l'UPEP de Hull est présenté pour chaque indicateur au tableau 1.

Tableau 1 : Bilan des niveaux de vulnérabilité du site de prélèvement de l'UPEP de Hull.

Indicateurs de vulnérabilité		Méthode principale (méthode 1)	Autres méthodes (méthode 2) (méthode 3)		Niveau de vulnérabilité final *
A	Physique	MOYEN	ÉLEVÉ	na	ÉLEVÉ
B	Microorganismes	FAIBLE	na	na	MOYEN
		MOYEN**		na	
C	Matières fertilisantes	FAIBLE	FAIBLE	na	FAIBLE
D	Turbidité	FAIBLE	na	na	FAIBLE
E	Substances inorganiques	na	MOYEN	na	MOYEN
F	Substances organiques	na	MOYEN	na	MOYEN

na : non applicable

* correspond au niveau de vulnérabilité le plus élevé parmi les différentes analyses réalisées

** résultats des analyses complémentaires pour la méthode B1

Les analyses de la vulnérabilité exigent également un inventaire complet des activités anthropiques existantes, des événements potentiels et des affectations du territoire qui sont susceptibles d'affecter la qualité ou la quantité des eaux exploitées par le prélèvement.

L'inventaire des menaces et l'analyse des risques au site de prélèvement de l'UPEP de Hull sont réalisés sur les rives québécoises de la rivière des Outaouais et dans les superficies drainées par les bassins de drainage urbains (BDU) (Figure 2).

L'inventaire complet des menaces a été dressé dans les aires de protection immédiate et intermédiaire. Afin d'évaluer le potentiel de risque des activités anthropiques principales et des événements potentiels, la méthodologie développée par Polytechnique Montréal dans les bassins de drainage urbain a été suivie.

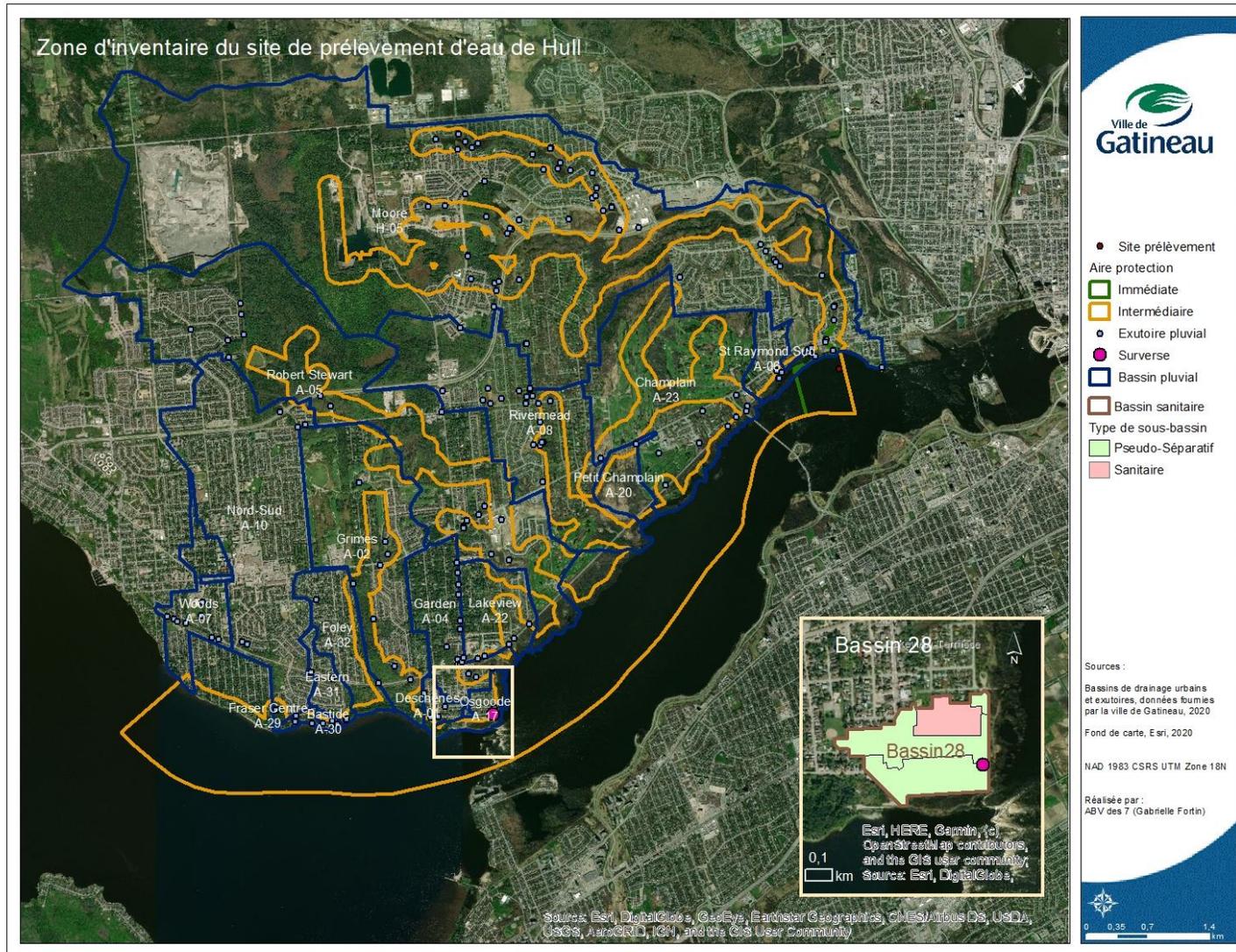


Figure 2 : Les zones d’inventaire de l’UPEP de Hull sur la rive québécoise de la rivière des Outaouais, soit les BDU unitaires, pseudo-sanitaires et pluviaux dont les points de rejet sont situés dans l’aire de protection intermédiaire.

L'évaluation des menaces est effectuée pour les activités anthropiques (tableau 2), pour les événements potentiels (tableau 3 et 4) et les affectations du territoire inventoriées (tableaux 5). Finalement, les causes probables des problèmes associés à chacun des indicateurs avec un niveau de risque moyen ou élevé sont identifiées (tableau 6).

Tableau 2. Risques potentiels à la qualité de l'eau associés aux activités anthropiques.

Risque potentiel	Menace(s) évaluée(s)	Niveau de risque déterminé			
Substances radioactives	7 substances	Moyen			
Stations d'épuration	Aucune STEP dans l'aire de protection intermédiaire, 25 dans l'aire éloignée (Québec)	Très faible			
Débordements des eaux usées	1 ouvrage de débordement évalué	Faible			
Raccordements inversés	3 ruisseaux urbains	Moyen			
Rejets industriels	Aucune installation industrielle inventoriée dans l'aire de protection intermédiaire	Très faible			
Sols contaminés	11 BDU	1 Élevé (moyen)	3 Moyen	4 Faible	3 Très faible
Sites d'entassement de neige	1 site d'entassement de neige	Moyen			

Tableau 3. Risques potentiels à la qualité et la quantité de l'eau associés aux événements potentiels.

Risque potentiel	Scénario « pire cas » évalué	Niveau de risque déterminé		
Substances radioactives	Déversement accidentel de substances radioactives par les Laboratoires de Chalk River	Faible		
	Déversement dans un tributaire du site de prélèvement lors du transport	Faible		
Hydrocarbures	Rupture d'un oléoduc traversant la rivière des Outaouais (aucun)	Très faible		
	Déversement accidentel de produits pétroliers entreposés dans l'aire de protection immédiate et intermédiaire	Moyen		
Matières dangereuses	Déversement accidentel de matières dangereuses en circulation dans les corridors de transport (BDU)	1 Très élevé (+ 1 pont)	1 Faible	16 Très faible
Matières dangereuses	Déversement accidentel de matières dangereuses en circulation par camion (BDU)	4 Très élevé		
Matières dangereuses	Déversement accidentel de matières dangereuses en circulation par train (BDU) (Aucune voie ferrée inventoriée)	Très faible		
Matières dangereuses entreposées	Déversement accidentel de matières dangereuses entreposées dans les BDU	Moyen		
Eaux usées	Effondrement d'une conduite d'eaux usées	Indéterminé (peu d'information disponible)		

Risque potentiel	Scénario « pire cas » évalué	Niveau de risque déterminé
Eaux usées	Déversement accidentel d'eaux usées en circulation par bateau de plaisance	Très faible
Hydrocarbures	Déversement accidentel d'hydrocarbures en circulation par bateau de plaisance	Moyen

Tableau 5. Inventaire des affectations du territoire qui sont des sources de pollution diffuse

Risque potentiel	Menace évaluée	Zone à risque			
Ruissellement urbain (pollution diffuse)	Utilisation anthropique (industrielle, agricole, commerciale, transport, golf, carrières et gravières)	1 Élevé	4 Moyen	5 Faible	8 Très faible
	Golf	4 BDU avec risque potentiel			

Tableau 6 : Identification des causes probables des problèmes soulevés par des indicateurs de vulnérabilité ayant un niveau moyen ou élevé.

Indicateur	Niveau de vulnérabilité	Causes probables
Vulnérabilité physique	Élevé	Les inondations / Changements climatiques.
Vulnérabilité aux microorganismes	Moyen	Les effluents des stations d'épuration, les débordements d'eaux usées, les effluents des raccordements inversés, l'eau de la rivière des Outaouais et d'autres sources inconnues (possiblement le ruissellement urbain).
Vulnérabilité aux substances inorganiques	Moyen	Les effluents des stations d'épuration, les débordements d'eaux usées, les effluents des raccordements inversés, le ruissellement urbain, les sites d'entassement de neige.
Vulnérabilité aux substances organiques	Moyen	Les effluents des stations d'épuration, les débordements d'eaux usées, les effluents des raccordements inversés, le ruissellement urbain, les sites d'entassement de neige et les sols contaminés.

TABLE DES MATIÈRES

SOMMAIRE EXECUTIF	III
INTRODUCTION.....	1
1 CARACTERISATION DU SITE DE PRELEVEMENT D’EAU.....	3
1.1 Délimitation du bassin versant du site et caractérisation sommaire.....	3
1.2 Gestion intégrée de l’eau	8
1.3 Description du site de prélèvement et de l’installation de production d’eau potable.....	10
1.3.1 Description du site de prélèvement.....	10
1.3.2 Description de l’installation de production d’eau potable.....	14
1.4 Plan de localisation des aires de protection des eaux exploitées.....	20
1.5 Niveaux de vulnérabilité des eaux exploitées.....	24
1.5.1 Vulnérabilité physique du site de prélèvement (indicateur A).....	27
1.5.2 Vulnérabilité aux microorganismes (indicateur B).....	30
1.5.3 Vulnérabilité aux matières fertilisantes (indicateur C).....	35
1.5.4 Vulnérabilité à la turbidité (indicateur D)	37
1.5.5 Vulnérabilité aux substances inorganiques (indicateur E)	38
1.5.6 Vulnérabilité aux substances organiques (indicateur F)	41
1.5.7 Bilan des indicateurs de vulnérabilité	44
CONCLUSIONS.....	45

LISTE DES FIGURES

Figure 1-1 : Bassin versant de la rivière des Outaouais. L'emplacement de la prise d'eau de Hull dans la rivière des Outaouais est indiqué par un rond rouge.	4
Figure 1-2 : Barrages et centrales hydro-électriques dans le bassin versant de la rivière des Outaouais (Image extraite de : Sentinelle Outaouais, 2006).....	5
Figure 1-3 : Réseau hydrographique du bassin versant de la rivière des Outaouais (Image extraite de : MDDELCC, 2015).	6
Figure 1-4 : Carte du bassin versant de la rivière des Outaouais et centres de population (Image extraite de : ECCC, 2019).	7
Figure 1-5 : Carte des organismes de gestion intégrée des eaux dans le bassin versant de la rivière des Outaouais (Image extraite de : ECCC, 2019).....	9
Figure 1-6: Photo du secteur de la prise d'eau de Hull (Atlas de la Ville de Gatineau, 2018).	11
Figure 1-7: Vue en plan de la position de la prise d'eau de l'UPEP Hull.....	12
Figure 1-8 : Profil hydraulique (vue en coupe) et détails de la prise d'eau de l'UPEP Hull.	12
Figure 1-9: Schéma d'écoulement de l'UPEP Hull.	15
Figure 1-10 a: Localisation des interconnexions entre l'UPEP d'Aylmer et l'UPEP de Hull.	18
Figure 1-11 : Carte de l'aire de protection immédiate du site de prélèvement de l'UPEP de Hull.....	21
Figure 1-12 : Carte de l'aire de protection intermédiaire du site de prélèvement de l'UPEP de Hull.	22
Figure 1-13 : Carte de l'aire de protection éloignée (partie située au Québec uniquement) du site de prélèvement de l'UPEP de Hull.	23
Figure 1-14 : Concentrations en <i>E. coli</i> à l'eau brute de la prise d'eau de Hull de 2015 à 2019 (n=260).	31
Figure 1-15 : Moyennes mobiles sur trois mois des concentrations en <i>E. coli</i> à l'eau brute de la prise d'eau de Hull de 2015 à 2019.	33
Figure 1-16 : Moyennes mobiles sur douze mois des concentrations en <i>E. coli</i> à l'eau brute de la prise d'eau de Hull de 2015 à 2019.	34
Figure 1-17 : Utilisation du sol de l'aire de protection intermédiaire du site de prélèvement de Hull.	40

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1-1 : Bilan de l'emplacement des exigences du paragraphe 1 du premier alinéa de l'article 75 du RPEP....	10
Tableau 1-2: Caractéristiques de la prise d'eau de l'UPEP Hull.....	11
Tableau 1-3 : La profondeur de la prise d'eau de l'UPEP Hull. Information tirée de l'audit.	13
Tableau 1-4 : Débits de conception (horizon 2036).....	13
Tableau 1-5 : Débits de production de 2013 à 2018 à l'UPEP Hull.	14
Tableau 1-6 Capacité de stockage des produits chimiques utilisés à l'UPEP Hull.	15
Tableau 1-7: Bilan des volumes d'opération, d'incendie et de désinfection des réserves de l'UPEP de Hull provenant du manuel d'exploitation (daté du 30 septembre 2020).....	16
Tableau 1-8 : Redondance des équipements des unités de traitement.	16
Tableau 1-9 : Interconnexions entre les réseaux de distribution alimentés par les différentes UPEP de la Ville de Gatineau.....	17
Tableau 1-10: Critères de délimitation des aires de protection (Gouvernement du Québec, 2014).	20
Tableau 1-11 : Sommaire des méthodes principales et alternatives des six indicateurs de vulnérabilité — adapté du Guide (MELCC, 2018).	24
Tableau 1-12 : Sommaire des méthodes principales et alternatives des six indicateurs de vulnérabilité.....	25
Tableau 1-13 : Synthèse des données disponibles et utilisées pour déterminer les indicateurs de vulnérabilité du site de prélèvement de l'usine de Hull.	26
Tableau 1-14: Critères permettant de déterminer le niveau de vulnérabilité physique d'un site de prélèvement (indicateur A, méthode 1) (Gouvernement du Québec, 2014).....	27
Tableau 1-15: Évènement consigné dans le registre.	27
Tableau 1-16: Bilan des principales tendances pour le Québec méridional à l'horizon 2050 – tiré de l'Atlas hydroclimatique du Québec méridional (CEHQ, 2015)	29
Tableau 1-17 : Niveau de vulnérabilité physique (indicateur A) du site de prélèvement de l'UPEP de Hull.....	30
Tableau 1-18: Critères permettant de déterminer le niveau de vulnérabilité d'une source d'eau potable aux microorganismes (Indicateur B, méthode 1) (Gouvernement du Québec, 2014).....	30
Tableau 1-19 : Analyses statistiques supplémentaires réalisées avec les concentrations hebdomadaires en <i>E. coli</i> (UFC/100 mL) mesurées à l'eau brute de l'usine de Hull entre janvier 2015 et décembre 2019.	32
Tableau 1-20 : Niveau de vulnérabilité aux microorganismes (indicateur B) du site de prélèvement de l'UPEP de Hull.	34
Tableau 1-21. Seuils de phosphore total permettant de déterminer le niveau de vulnérabilité aux matières fertilisantes d'un site de prélèvement (indicateur C1) (Gouvernement du Québec, 2014).	35
Tableau 1-22 : Critères permettant de déterminer le niveau de vulnérabilité aux matières fertilisantes d'un site de prélèvement (méthode 2 – indicateur C2) (Gouvernement du Québec, 2014).....	36
Tableau 1-23 : Niveau de vulnérabilité aux matières fertilisantes (indicateur C) du site de prélèvement de l'UPEP de Hull.....	36
Tableau 1-24 : Critères permettant de déterminer le niveau de vulnérabilité à la turbidité d'un site de prélèvement (méthode 1) (Gouvernement du Québec, 2014).	37

Tableau 1-25 : Niveau de vulnérabilité à la turbidité (indicateur D) du site de prélèvement de l’UPEP de Hull.....	37
Tableau 1-26 : Critères du RPEP permettant de déterminer le niveau de vulnérabilité d’un site de prélèvement aux substances inorganiques (indicateur E1) (Gouvernement du Québec, 2014).	38
Tableau 1-27. Évaluation de la vulnérabilité aux substances inorganiques à partir des concentrations de 11 substances mesurées dans l’eau potable de l’UPEP de Hull de 2015 à 2019.....	39
Tableau 1-28 : Critères du RPEP permettant de déterminer la vulnérabilité aux substances inorganiques et organiques (indicateurs E2 et F2) (MELCC, 2018)	39
Tableau 1-29 : Répartition des usages anthropiques (commercial, industriel, agricole et corridors de transport/golfs) dans l’aire intermédiaire du site de prélèvement de l’UPEP de Hull.	41
Tableau 1-30 : Niveau de vulnérabilité aux substances inorganiques (indicateur E) du site de prélèvement de l’UPEP de Hull.	41
Tableau 1-31 : Critères du RPEP permettant de déterminer le niveau de vulnérabilité d’un site de prélèvement aux substances organiques (indicateur F1) (Gouvernement du Québec, 2014).	42
Tableau 1-32 : Évaluation de la vulnérabilité aux substances organiques à partir des concentrations mesurées dans l’eau potable entre 2015 et 2019.	42
Tableau 1-33 : Niveau de vulnérabilité aux substances organiques (indicateur F) du site de prélèvement de l’UPEP de Hull.....	44
Tableau 1-34 : Bilan des niveaux de vulnérabilité du site de prélèvement de l’UPEP de Hull.	44
Tableau 7-1 : Bilan des causes probables des problèmes identifiés.....	45

LISTE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS

BDU	Bassin de drainage urbain
DEU	Débordements d'eaux usées
DJMA	Débit journalier moyen annuel de véhicules
DJMAC	Débit journalier moyen annuel de camions
ECCC	Environnement et changement climatique Canada
Guide	Guide de réalisation des analyses de vulnérabilité des sources destinées à l'alimentation en eau potable
INRP	Inventaire national des rejets polluants
MAMH	Ministère des affaires municipales et habitations
MES	Matières en suspension
MELCC	Ministère de l'environnement et des changements climatiques
MTQ	Ministère du transport du Québec
Na	Non applicable
Nd	Non déterminé
PCE	Portail des connaissances sur l'eau
RPEP	Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection
RQEP	Règlement sur la qualité de l'eau potable
RUE	Règlement sur les urgences environnementales
SOMAEU	Suivi des ouvrages municipaux d'assainissement des eaux usées
STEP	Station d'épuration
UPEP	Usine de production d'eau potable
UTEF	Usine de traitement d'eau potable
WHO	World Health Organization – Organisation Mondiale de la Santé (OMS)

INTRODUCTION

Mise en contexte

Le Règlement sur le Prélèvement des Eaux et leur Protection (RPEP), entré en vigueur le 1^{er} avril 2015, exige que les responsables d'un prélèvement d'eau de surface de catégorie 1, c'est-à-dire alimentant plus de 500 personnes et au moins une résidence, réalisent une analyse de vulnérabilité de leur source d'eau potable à tous les 5 ans (art. 75) (Gouvernement du Québec, 2014). Les premiers rapports doivent être soumis au MELCC avant le 1^{er} avril 2021. Le rapport doit contenir les éléments suivants :

- « 1° la localisation du site de prélèvement et une description de son aménagement;*
- 2° le plan de localisation des aires de protection immédiate, intermédiaire et éloignée, lequel doit permettre de déterminer les limites sur le terrain;*
- 3° les niveaux de vulnérabilité des eaux évalués conformément à l'article 69 pour chacun des indicateurs prévus à l'annexe IV;*
- 4° au regard des aires de protection immédiate et intermédiaire, les activités anthropiques, les affectations du territoire et les événements potentiels qui sont susceptibles d'affecter, de manière significative, la qualité et la quantité des eaux exploitées par le prélèvement;*
- 5° au regard de la portion de l'aire de protection éloignée qui ne recoupe pas les aires de protection immédiate et intermédiaire, les activités anthropiques, les affectations du territoire et les événements potentiels qui sont susceptibles d'affecter, de manière significative, la qualité et la quantité des eaux exploitées par le prélèvement;*
- 6° une évaluation des menaces que représentent les activités anthropiques et les événements potentiels répertoriés en vertu des paragraphes 4 et 5;*
- 7° une identification des causes pouvant expliquer, pour chacun des indicateurs prévus à l'annexe IV, les niveaux de vulnérabilité des eaux de surface évalués moyen ou élevé. » (art. 75 du RPEP (Gouvernement du Québec, 2014)).*

Afin d'encadrer et d'uniformiser la réalisation des analyses de vulnérabilité, le MELCC a publié en 2015 le Guide de réalisation des analyses de la vulnérabilité des sources destinées à l'alimentation en eau potable au Québec (appelé Guide dans le reste du document), qui a été mis à jour en 2018, à l'intention des responsables de prélèvements d'eau. Le Guide précise la démarche d'analyse de vulnérabilité et les livrables attendus : (1) la caractérisation du site de prélèvement, (2) l'inventaire des éléments susceptibles d'affecter la qualité ou la quantité des eaux exploitées, et (3) l'évaluation des menaces aux prises d'eau.

En avril 2017, l'Agence de bassins versants des 7 (ABV des 7) en collaboration avec le Centre de recherche, développement et validation des technologies et procédés de traitement des eaux (CREDEAU) de Polytechnique Montréal a été mandatée pour compléter les analyses de la vulnérabilité de sources d'eau potable de la ville de Gatineau. Toutes les usines sont localisées en milieu urbanisé. Une méthodologie adaptée aux milieux densément urbanisés a été proposée par le CREDEAU et regroupe une fiche d'information décrivant la méthodologie développée par bassin de drainage urbain (BDU) ainsi que six fiches techniques établissant une méthodologie d'évaluation du potentiel du risque associé aux activités anthropiques et aux événements potentiels répertoriés dans les aires de protection immédiate et intermédiaire des sites de prélèvement de surface en milieu urbain dense. Cette méthodologie est

disponible pour consultation par toutes les municipalités québécoises et organismes de bassins versants (OBV) sur le Portail des connaissances sur l'eau (PCE) du MELCC.

Structure du rapport

La structure de ce rapport reprend celle proposée dans le Guide du MELCC tout en y ajoutant des informations et analyses complémentaires. La section 1 présente (1) le site du prélèvement et l'usine de production d'eau potable de Hull, (2) la délimitation des aires de protection immédiate, intermédiaire et éloignée et (3) les niveaux des indicateurs de vulnérabilité de la prise d'eau. L'identification des zones d'inventaire et la méthodologie sont précisées à la section 2. L'inventaire et la détermination du potentiel de risque associé aux activités anthropiques et aux événements potentiels sont décrits aux sections 3 et 4 respectivement. La section 5 présente l'inventaire des affectations du territoire et la section 6 identifie les causes probables des menaces identifiées. Finalement, la section 7 identifie les informations manquantes qu'il serait utile d'obtenir et d'analyser dans une prochaine version de l'analyse.

1 CARACTÉRISATION DU SITE DE PRÉLÈVEMENT D'EAU

1.1 Délimitation du bassin versant du site et caractérisation sommaire

L'usine de production d'eau potable (UPEP) de Hull est alimentée par un tronçon de la rivière des Outaouais (Figure 1-1). La rivière des Outaouais est le principal tributaire du fleuve St-Laurent. Elle constitue sur la majorité de son parcours, la frontière naturelle entre le Québec et l'Ontario. La superficie de son bassin versant est de 146 344 km², dont 65% se trouve au Québec et 35 % en Ontario (MDDELCC, 2015).

Le débit journalier moyen annuel de la rivière des Outaouais à la station BRITANNIA (02KF005) (Ontario) était de 1640 m³/s en 2019 (Gouvernement du Canada, 2021). Cette rivière est régularisée par le barrage Carillon, situé à la frontière du Québec et de l'Ontario, ainsi que par plusieurs autres ouvrages de retenue dans son bassin versant (MDDELCC, 2015) (Figure 1-2). En 1983, les gouvernements du Canada, du Québec et de l'Ontario ont créé la *Commission de planification de la régularisation de la rivière des Outaouais* afin qu'il y ait une gestion intégrée des débits des réservoirs dans le bassin versant, avec comme objectif de minimiser les risques d'inondation (MDDELCC, 2015).

La forêt domine le territoire avec 73% de couverture. Alors que la forêt boréale est omniprésente dans le nord du territoire, elle cède sa place à des forêts mixtes et de feuillues dans le sud du bassin versant (ECCC, 2019). Alors qu'une partie de son territoire est façonnée par les collines du Bouclier canadien, sa partie inférieure, est caractérisée par un sol sédimentaire malléable, qui permet l'élargissement de la rivière (Sentinelle Outaouais, 2006). Ainsi, les particules minérales transportées proviennent essentiellement des roches anciennes du Bouclier canadien et des dépôts glaciaires qui les surplombent. La couleur brunâtre des eaux est largement tributaire des vastes sols acides de la forêt boréale (podzols) et ses milieux humides qui libèrent des quantités d'acides organiques (acides humiques et fulviques) dans les eaux de ruissellement (Robitaille, 1999).

La Figure 1-3 présente les principaux tributaires de la rivière des Outaouais. Alors qu'au Québec, les rivières Gatineau, du Lièvre, Kipawa et Rouge s'y déversent. En Ontario, ces principaux tributaires, sont les rivières : Madawaska, Montréal, Blanche et Petawawa. Également en Ontario, bien que plus petites, mais importantes d'un point de vue socioéconomique se trouvent les rivières : Rideau, Mississippi et South Nation (MDDELCC, 2015).

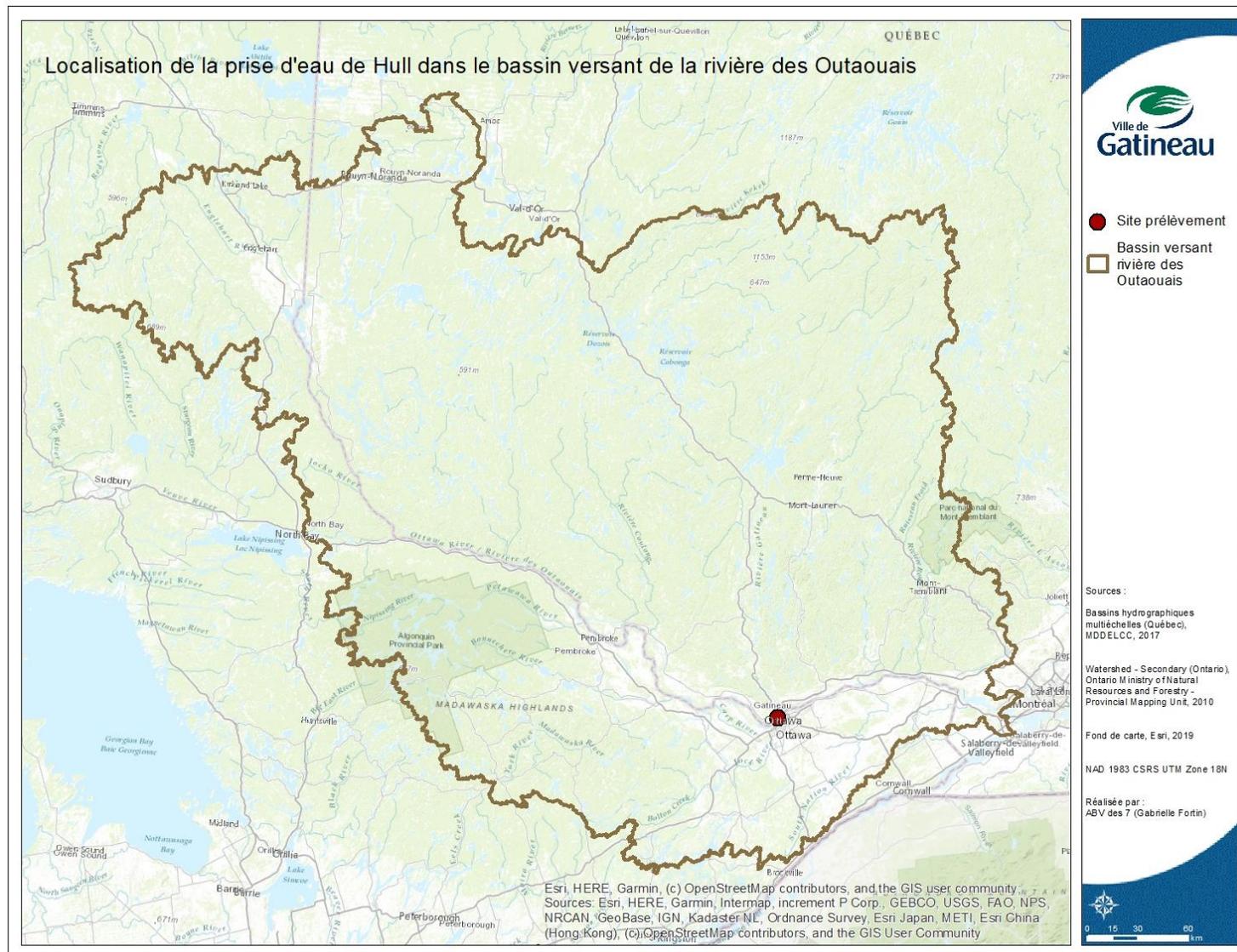


Figure 1-1 : Bassin versant de la rivière des Outaouais. L'emplacement de la prise d'eau de Hull dans la rivière des Outaouais est indiqué par un rond rouge.

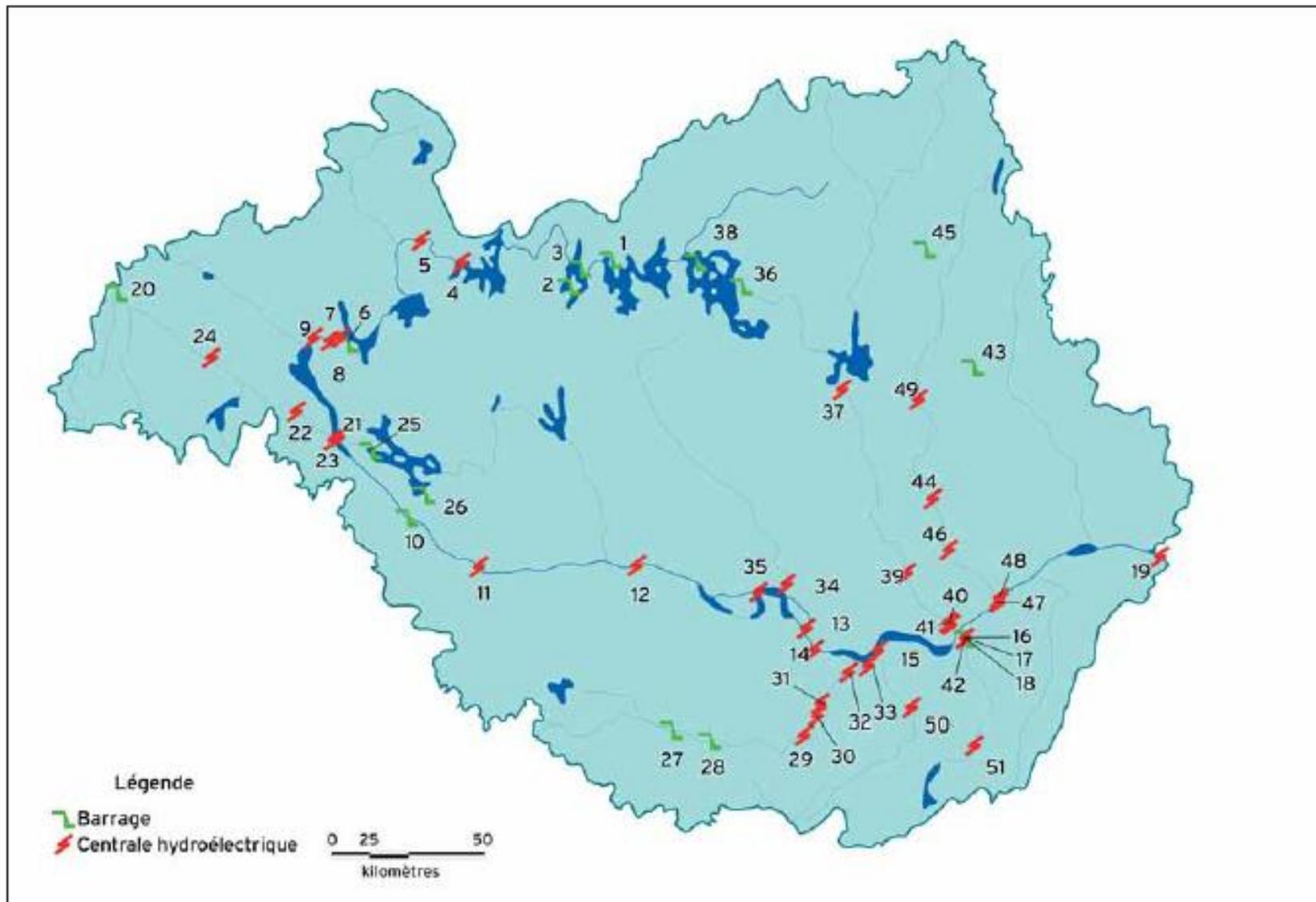


Figure 1-2 : Barrages et centrales hydro-électriques dans le bassin versant de la rivière des Outaouais (Image extraite de : Sentinelle Outaouais, 2006).

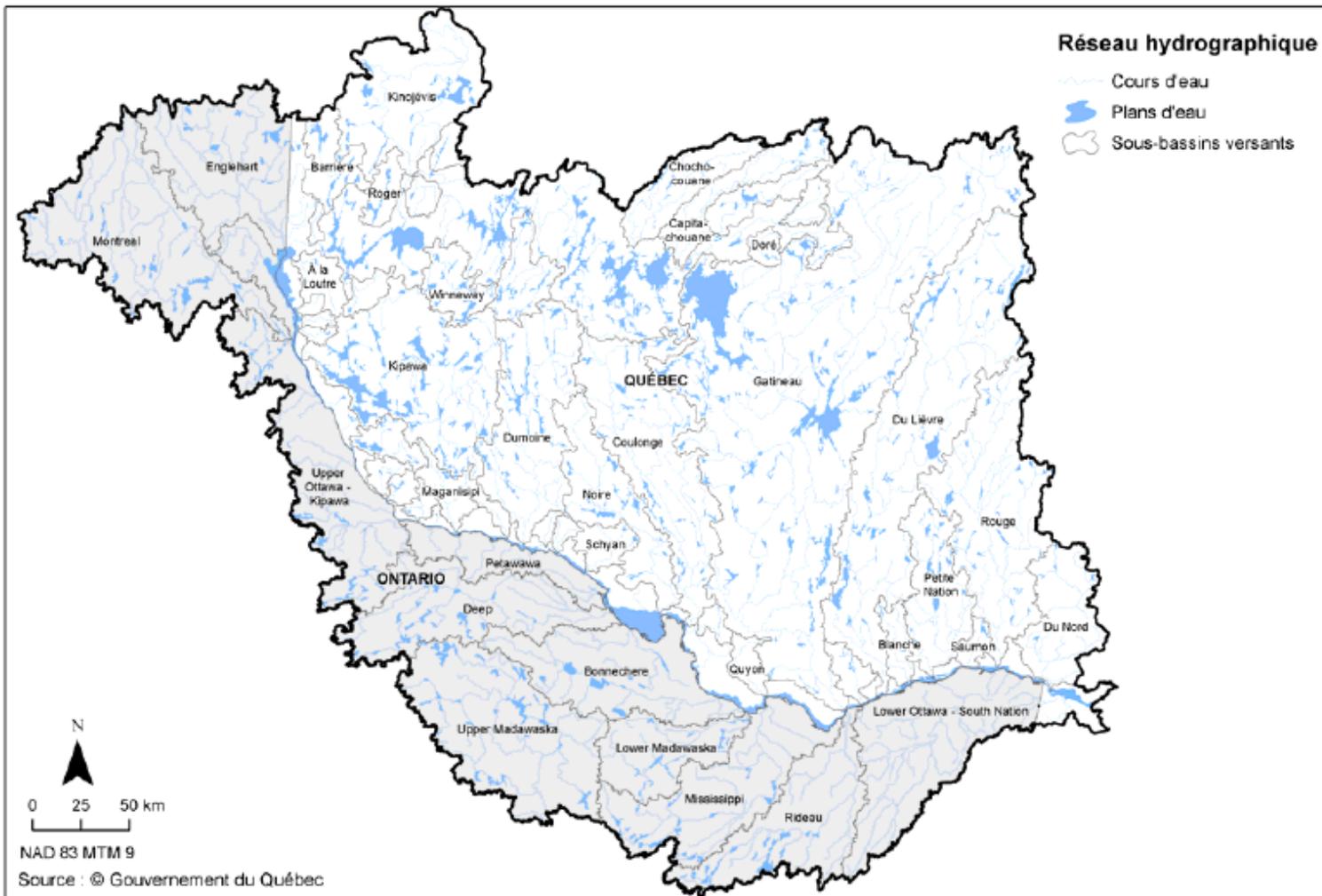


Figure 1-3 : Réseau hydrographique du bassin versant de la rivière des Outaouais (Image extraite de : MDELCC, 2015).

La population se concentre en majorité au sud du bassin versant, soit dans la région de Gatineau-Ottawa, qui totalise près d'un million et demi d'habitants (Figure 1-4). La plupart des problèmes de qualité de l'eau sont d'ailleurs observés dans cette région (MDDELCC, 2015).



Figure 1-4 : Carte du bassin versant de la rivière des Outaouais et centres de population (Image extraite de : ECC, 2019).

Des industries sont localisées dans le bassin versant de la rivière des Outaouais. Bien que le flottage du bois ne soit plus effectué sur la rivière des Outaouais, neuf usines de pâtes et papiers sont toujours en activité dans le bassin versant (Sentinelle Outaouais, 2006). Aussi, dans la portion québécoise du bassin versant, seize mines sont recensées, parmi lesquelles 6 sont actives, 8 sont en processus de mise en valeur et 2 sont en développement. Elles sont principalement localisées dans la région de l'Abitibi (MDDELCC,

2015). Également, une institution, le Laboratoire nucléaire de Chalk River, un centre de recherche sur l'avancement de la technologie nucléaire est localisée dans le bassin versant de la rivière des Outaouais.

1.2 Gestion intégrée de l'eau

Plusieurs gouvernements et organisations se partagent la responsabilité de la protection de la rivière des Outaouais. Comme la rivière est située, à la fois au Québec et en Ontario, une législation provinciale différente s'applique pour chacun des territoires. Également d'autres paliers de gouvernement peuvent avoir un rôle à jouer dans la gestion de la rivière, comme par exemple le fédéral avec la Loi sur les pêches ou le municipal avec la gestion des eaux usées (Sentinelle Outaouais, 2006).

Au Québec, la rivière des Outaouais est incluse dans la zone de gestion intégrée de l'eau des sept organismes de bassins versants suivants (ECCC, 2019) (Figure 1-5) :

- Conseil du bassin versant de la région de Vaudreuil-Soulanges (COBAVER-VS)
- Conseil des bassins versants des Mille-Îles (COBAMIL)
- Comité du bassin versant de la rivière du Lièvre (COBALI)
- Organisme de bassin versant du Témiscamingue (OBVT)
- Organisme de bassins versants des rivières Rouge, Petite Nation et Saumon (OBV RPNS)
- Organisme de bassin versant de la rivière du Nord (ABRINORD)
- Agence de bassins versants des 7 (ABV des 7)

Des sections de la rivière des Outaouais sont donc incluses dans sept plans directeurs de l'eau (PDE) que les OBV élaborent. Ces PDE couvrent : 1) l'analyse du bassin versant (portrait/diagnostic), 2) la détermination des enjeux et des orientations, 3) la détermination des objectifs et choix des indicateurs, 4) l'élaboration d'un plan d'action, 5) la mise en œuvre du plan d'action et 6) le suivi et l'évaluation du plan d'action (Gangbazo, 2011).

En Ontario, ce sont les Offices de protection de la nature (« Conservation Authorities ») qui conçoivent et développent des programmes pour la protection des bassins versants (Ministère de l'Environnement, de la Protection de la nature et des Parcs de l'Ontario, 2020). Notamment, il y a des Offices de protection de la nature pour les bassins versants des rivières Mississippi, Rideau, South Nation et Mattawa, qui sont des tributaires de la rivière des Outaouais.

D'autres organismes, tels que Garde-rivière des Outaouais, travaillent également à la protection de la rivière des Outaouais.

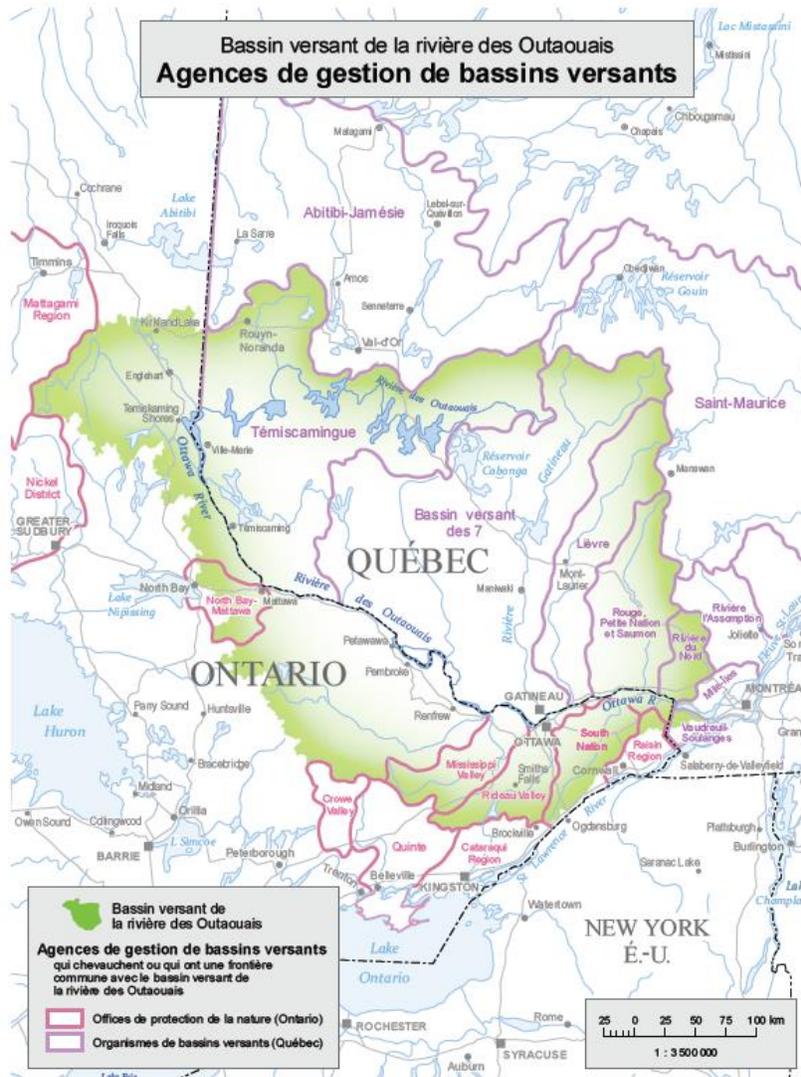


Figure 1-5 : Carte des organismes de gestion intégrée des eaux dans le bassin versant de la rivière des Outaouais (Image extraite de : ECCC, 2019).

Afin d'améliorer les connaissances sur le bassin versant de la rivière des Outaouais, dans le but de la protéger, Environnement et Changement climatique Canada a élaboré l'*Étude sur le bassin versant de la rivière des Outaouais*. Cette étude a inclus plusieurs acteurs, par exemple, les organisations et communautés autochtones, les différents paliers gouvernementaux, des organisations non gouvernementales et des citoyens. Cette étude avait comme but de définir les obstacles et les opportunités par rapport à la collaboration dans le bassin versant, d'étudier les différents indicateurs qui permettent d'évaluer la santé du bassin versant ainsi que d'observer les valeurs économiques, culturelles, patrimoniales et naturelles du bassin versant et les problématiques pouvant le menacer (ECCC, 2019).

1.3 Description du site de prélèvement et de l'installation de production d'eau potable

Pour répondre aux exigences du paragraphe 1 du premier alinéa de l'article 75 du RPEP, les éléments et leurs localisations dans le rapport sont résumés au Tableau 1-1.

Tableau 1-1 : Bilan de l'emplacement des exigences du paragraphe 1 du premier alinéa de l'article 75 du RPEP.

Élément	Emplacement dans le rapport
Le type d'usage : site utilisé en permanence ou site d'appoint	Tableau 1-2
La localisation (notamment les coordonnées géographiques de l'installation de prélèvement)	Tableau 1-2
Le type de prélèvement d'eau : dans le plan d'eau (à l'aide d'une crépine submergée), en rive (filtration sur berge) ou sous le lit du cours d'eau (lit filtrant)	Tableau 1-2
La profondeur du prélèvement (en mètres)	Tableau 1-3
Une description des infrastructures de prélèvement (installation de prélèvement, canalisation, poste de pompage ou regard de rive, etc.)	Section 1.3.1
Un schéma (vue en coupe)	Figure 1-8
Une description de l'état de l'installation de prélèvement d'eau et de son environnement immédiat	Section 1.3.1
Le débit de prélèvement autorisé (en m ³ /jour)	Tableau 1-4
Le niveau d'eau critique (c'est-à-dire le niveau d'eau minimal requis au-dessus du site de prélèvement pour assurer son fonctionnement optimal)	Tableau 1-3
La largeur du cours d'eau en période d'étiage (à la hauteur du site de prélèvement)	Section 1.3.1
Le numéro de la plus récente autorisation de prélèvement délivrée par le Ministère pour ce site	Section 1.3.1
Une photo du site de prélèvement doit être incluse dans le rapport. Des précisions sur la date à laquelle la photo a été prise et sur les éléments y apparaissant devraient l'accompagner	Figure 1-6

1.3.1 Description du site de prélèvement

L'UPEP Hull dessert présentement une population estimée à 86 000 personnes (selon le Bilan annuel de l'eau 2018). L'UPEP dessert le secteur de Hull de la ville de Gatineau. La largeur de la rivière des Outaouais au niveau de la prise d'eau principale en période d'étiage n'est pas connue. Le numéro de la plus récente autorisation de prélèvement délivrée par le Ministère pour ce site est 401396208. Cette autorisation a été donnée en 2016 lors de la modernisation de l'usine de production de l'eau potable.

1.3.1.1 Description de l'état de l'installation de prélèvement d'eau et de son environnement immédiat

L'UPEP Hull est située au 291 chemin Lucerne, Gatineau (Québec) et a été mise en route en 1971. Elle possède une seule prise d'eau utilisée en permanence dans la rivière des Outaouais à environ 170 m de la rive nord (Tableau 1-2) (Figure 1-6).



Figure 1-6: Photo du secteur de la prise d'eau de Hull (Atlas de la Ville de Gatineau, 2018).

La prise d'eau est constituée de deux structures en béton aménagées l'une à côté de l'autre au fond de la rivière. Chacune d'elle est reliée à l'usine par sa propre conduite d'adduction de 1200 mm de diamètre nominal de 265 m de longueur. Un regard de rive est présent sur chacune des conduites. Chaque structure de prise d'eau a une ouverture de 4,78 m de largeur par 2,30 m de hauteur pour permettre l'entrée d'eau et ne comporte aucune grille.

La prise est munie d'un dispositif pour contrer le frazil. Ce dispositif utilise un système de gicleur dans le puits d'eau brute permettant de diriger de l'eau sous pression à contre-courant pour briser la glace qui peut s'y former.

Tableau 1-2: Caractéristiques de la prise d'eau de l'UPEP Hull.

Type d'usage	Coordonnées géographiques (NAD 83)	Type de prélèvement	Diamètre nominal (mm) de la conduite
Prise d'eau principale	X= 45,4181427927 Y= -75,7521023354	Dans le cours d'eau, submergée	2 x 1200

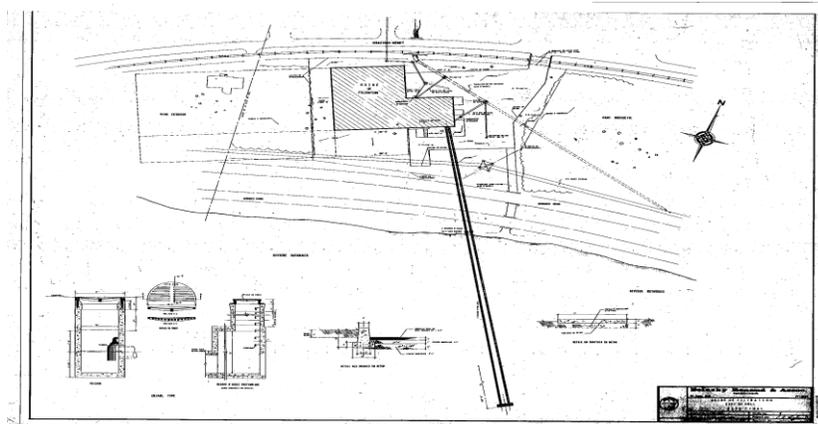


Figure 1-7: Vue en plan de la position de la prise d'eau de l'UPEP Hull.

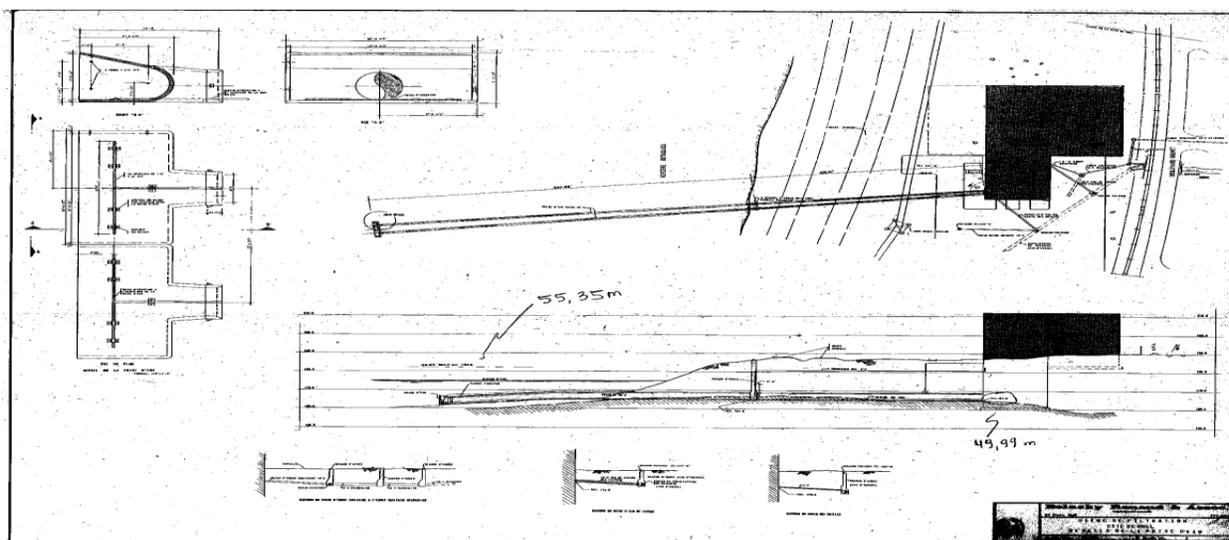


Figure 1-8 : Profil hydraulique (vue en coupe) et détails de la prise d'eau de l'UPEP Hull.

Depuis la construction de l'usine, des travaux ont été faits sur l'élargissement des regards de rive. Ces travaux ont eu lieu le 17 septembre 2014.

1.3.1.2 Les profondeurs et les niveaux critiques de la prise d'eau

Les informations disponibles sur la profondeur de la prise d'eau et du niveau critique d'opération sont présentées au Tableau 1-3.

Tableau 1-3 : La profondeur de la prise d'eau de l'UPEP Hull. Information tirée de l'audit.

Conduite		Structure de la prise d'eau		Variations du niveau d'eau	Gamme de profondeurs considérées		Niveau critique (m) ⁽¹⁾
Élévation radier (m)	Élévation couronne (m) (calculée)	Élévation bas (m)	Élévation haut (m)	Élévation (m)	Hauteur d'eau sur couronne de conduite (m)	Hauteur d'eau sur structure de prise d'eau (m)	
49,07	1,20	49,07	50,07	2,45	1,82 à 4,91	2.02 à 4,91	50,57

¹ Le niveau critique de la prise d'eau est le niveau d'eau minimal requis au-dessus du site de prélèvement pour assurer son fonctionnement optimal (MELCC, 2018).

1.3.1.3 Débit du site de prélèvement

Selon le guide de conception, le débit maximal qu'il est permis de prélever correspond à 15% du débit d'étiage $Q_{2,7}$ originel auquel sont soustraits les prélèvements en amont (MDDELCC, 2017). En considérant le débit d'étiage $Q_{2,7}$ originel et les débits nominaux des autres UPEP de Gatineau, le débit pour prélèvement disponible est d'environ 732 m³/s soit environ 703 fois plus élevé que le débit nominal de l'UPEP de 90 100 m³/j (1,04 m³/s). Les débits de conception sont présentés au Tableau 1-4.

Tableau 1-4 : Débits de conception (horizon 2036).

Étapes du procédé	Débit minimal (m ³ /j)	Débit moyen (m ³ /j)	Débit maximal (m ³ /j)
Débit pompage basse-pression (débit d'eau brute)	65 745	71 928	91 897
Décantation	65 745	71 928	91 897
Filtration	64 456	70 518	90 095
Pompage eau finie	-	81 634	84 063

Le Tableau 1-5 présente les débits de production pour la période couverte par l'analyse de la vulnérabilité c'est-à-dire de 2013 à 2018. On peut constater que tous les débits ont été sous la barre des débits moyens de conception mentionnés au tableau précédent.

Tableau 1-5 : Débits de production de 2013 à 2018 à l'UPEP Hull.

Débit de production	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Moyen journalier (m ³ /j)	38 790	37 632	40 553	41930	34 117	35 735

1.3.2 Description de l'installation de production d'eau potable

L'usine de production d'eau potable de Hull a été mise en service en 1971. En 1995 et 1997, des travaux de rénovation et d'amélioration de procédé ont eu lieu, dont la construction d'un nouveau réservoir d'eau potable (1995), la modification des systèmes de dosage de produits chimiques (1997) et l'ajout de bassins de mélange rapide en amont des décanteurs (1997). À l'été 2019, des travaux pour effectuer une mise à niveau complète de l'usine ont été finalisés. La filière de traitement actuelle à l'installation de production d'eau potable de Hull est la suivante :

1. Prise d'eau dans la rivière des Outaouais;
2. Dégrillage;
3. Pompage d'eau brute (pompage basse pression);
4. Coagulation et floculation;
5. Décantation à floccs lestés;
6. Inter-ozonation;
7. Filtration biologique;
8. Chloration
9. Contrôle de la corrosion (chaux hydratée);
10. Distribution (pompage haute pression).

Suite aux derniers travaux, trois décanteurs à lit de boues pulsé ont été remplacés par trois décanteurs à floccs lestés. Également, un procédé d'inter-ozonation a été ajouté afin de contrôler les sous-produits de désinfection. Les quatre filtres monocouches ont été transformés en huit filtres biologiques avec charbon actif. L'usine a également subi une modernisation de ses réserves d'eau potable incluant l'ajout de chicanes et l'aménagement d'un réservoir d'eau traitée non chlorée pour le lavage de filtres. Le chlore gazeux auparavant utilisé pour la désinfection a été remplacé par de l'hypochlorite de sodium liquide. Afin de corriger le pH, un dosage de soude caustique à l'eau brute a également été ajouté. Finalement, un réaménagement des produits chimiques utilisés a été effectué et un espace est réservé pour la mise en place éventuelle d'un système de désinfection par rayonnement UV. La Figure 1-9 qui suit schématise cette nouvelle filière de traitement.

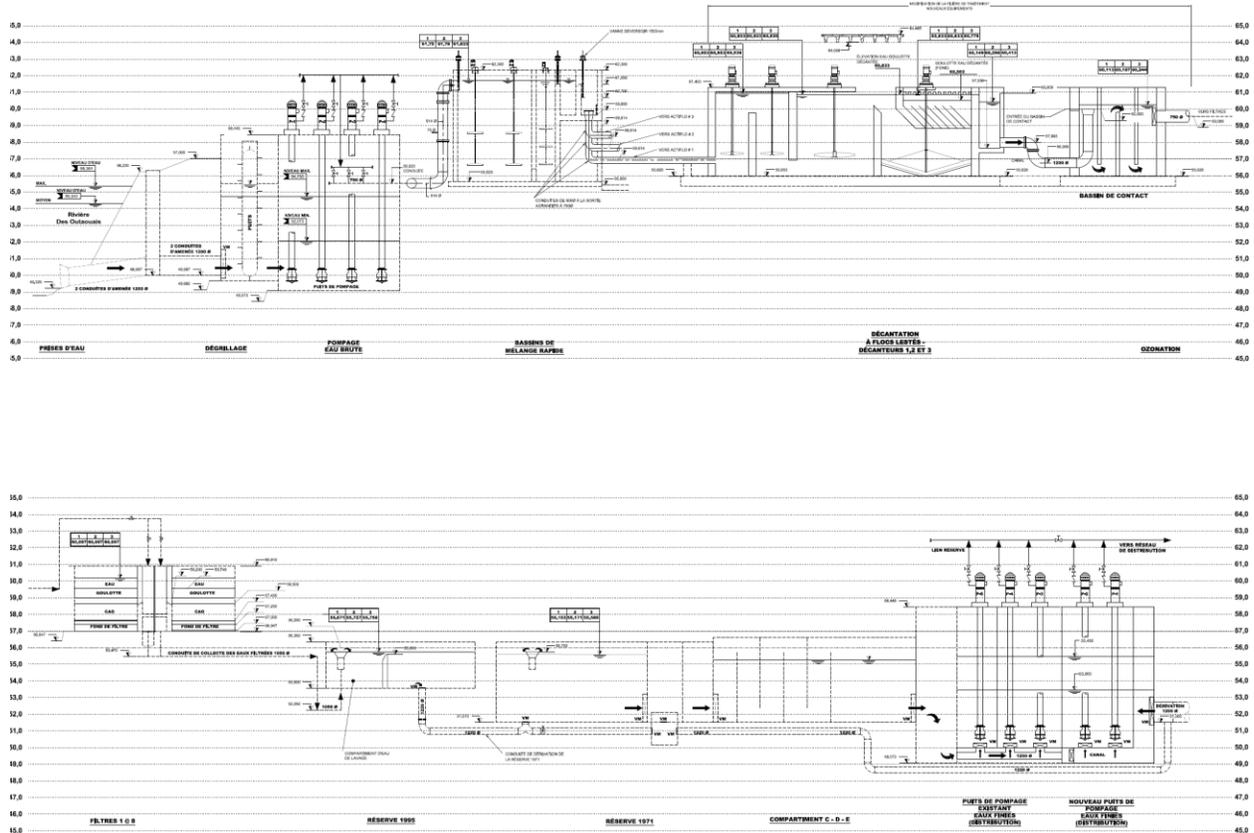


Figure 1-9: Schéma d'écoulement de l'UPEP Hull.

1.3.2.1 Produits chimiques

Les produits chimiques utilisés dans les différentes étapes du traitement de l'eau et stockés à l'UPEP Hull sont listés au Tableau 1-6.

Tableau 1-6 Capacité de stockage des produits chimiques utilisés à l'UPEP Hull.

Produits chimiques	Capacité de stockage
Alun	60 m ³
Hypochlorite de sodium 12%	60 m ³
Hydroxyde de sodium 25% (NaOH)	25 m ³
Polymère cationique	7 000 kg
Chaux hydratée	46 000 kg
Diesel	9 000 litres
Oxygène liquide	6 000 gallons

1.3.2.2 Évaluation de la capacité de stockage d'eau potable de l'UPEP

Le Tableau 1-7 présente le bilan des volumes d'opération, d'incendie et de désinfection des réserves de l'UPEP de Hull.

Tableau 1-7: Bilan des volumes d'opération, d'incendie et de désinfection des réserves de l'UPEP de Hull provenant du manuel d'exploitation (daté du 30 septembre 2020).

Élément	Réserve	Description	Volume (m ³)
1	Capacité-usine Hull	Volume disponible dans réserves à l'usine de Hull après travaux	10 156
2	Réserve incendie requise à l'usine	Avec assistance du réservoir de la Montagne (en interrompant son alimentation durant un incendie majeur sur les paliers H-1 et H-2)	2 492
	Réserve de désinfection pour l'enlèvement de 3 logs de virus	Cas critique de 3,0 logs d'inactivation requis pour les virus en conditions d'eaux froides au débit futur projeté avec une concentration de chlore résiduelle de 0,85 mg/L et un T10/T=0,55	1 455
	Volume minimal requis à l'usine (totale)		3 947
3	Réserve d'opération	Volume disponible dans réserve Hull pour opération (1) - (2)	6 208
		Volume dans réserve dans Réservoir de la Montagne	7 595
		TOTAL volume d'opération disponible avec apport Réservoir de La Montagne	13 803
		Autonomie avec total volume d'opération disponible au débit moyen projeté en hiver et en été correspondant à 75% de la consommation des paliers H-1 et H-2, soit 50 615 m ³ /d	6,55

1.3.2.3 Redondance

Le Tableau 1-8 présente les équipements principaux des différentes unités de traitement ainsi que le respect des critères de la redondance recommandée par le Guide de conception des installations de production d'eau potable (MDDELCC, 2017).

Tableau 1-8 : Redondance des équipements des unités de traitement.

Unité de traitement	Équipements	Redondance
Pompage basse pression	4	Oui
Inter-ozonation	2	Oui
Coagulation/ Floculation	2	Oui
Décantation	3	Oui
Filtration	8	Oui
Chloration	2	Oui
Réserves	2	Non-applicable
Pompage haute pression	5	Oui

1.3.2.4 Évaluation de la résilience de l'UPEP lors d'une panne du réseau électrique

L'UPEP Hull dispose d'une génératrice et une pompe hybride en cas de panne de réseau électrique.

1.3.2.5 Évaluation de la capacité d'interconnexion entre les UPEP de la Ville de Gatineau

Le réseau d'aqueduc de l'UPEP Hull est interconnecté avec les UPEP de Aylmer et de Gatineau. En effet, les quatre UPEP de la Ville de Gatineau peuvent transférer de l'eau d'un réseau à un autre en fonction des besoins (Tableau 1-9 et Figure 1-10).

Tableau 1-9 : Interconnexions entre les réseaux de distribution alimentés par les différentes UPEP de la Ville de Gatineau

Lien	Réseaux interconnectés	Mode d'opération	Vérification du fonctionnement
Lien existant, mais conservé « fermé » dans les simulations hydrauliques*			
Pink	Aylmer - Hull	Par une VRP sur basse pression dans les deux sens	X
Leamy	Hull - Gatineau	Par ouverture de vannes manuelles sur réseaux	X
Angers	Gatineau - Buckingham	Par une VRP sur basse pression dans les deux sens	X

*de par leur capacité, il ne s'avère pas utile d'ouvrir certaines interconnexions

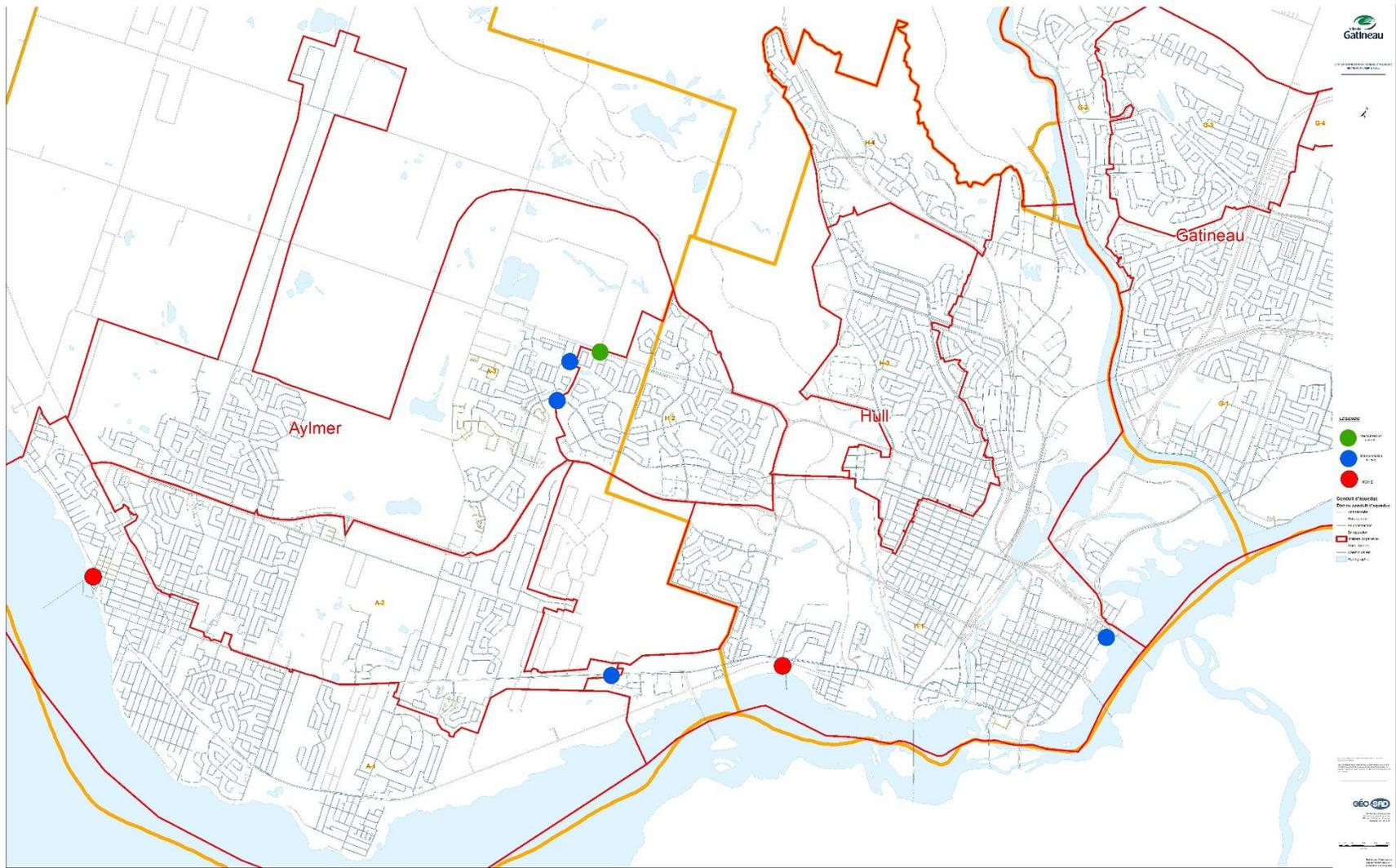


Figure 1-10 a: Localisation des interconnexions entre l’UPEP d’Aylmer et l’UPEP de Hull.

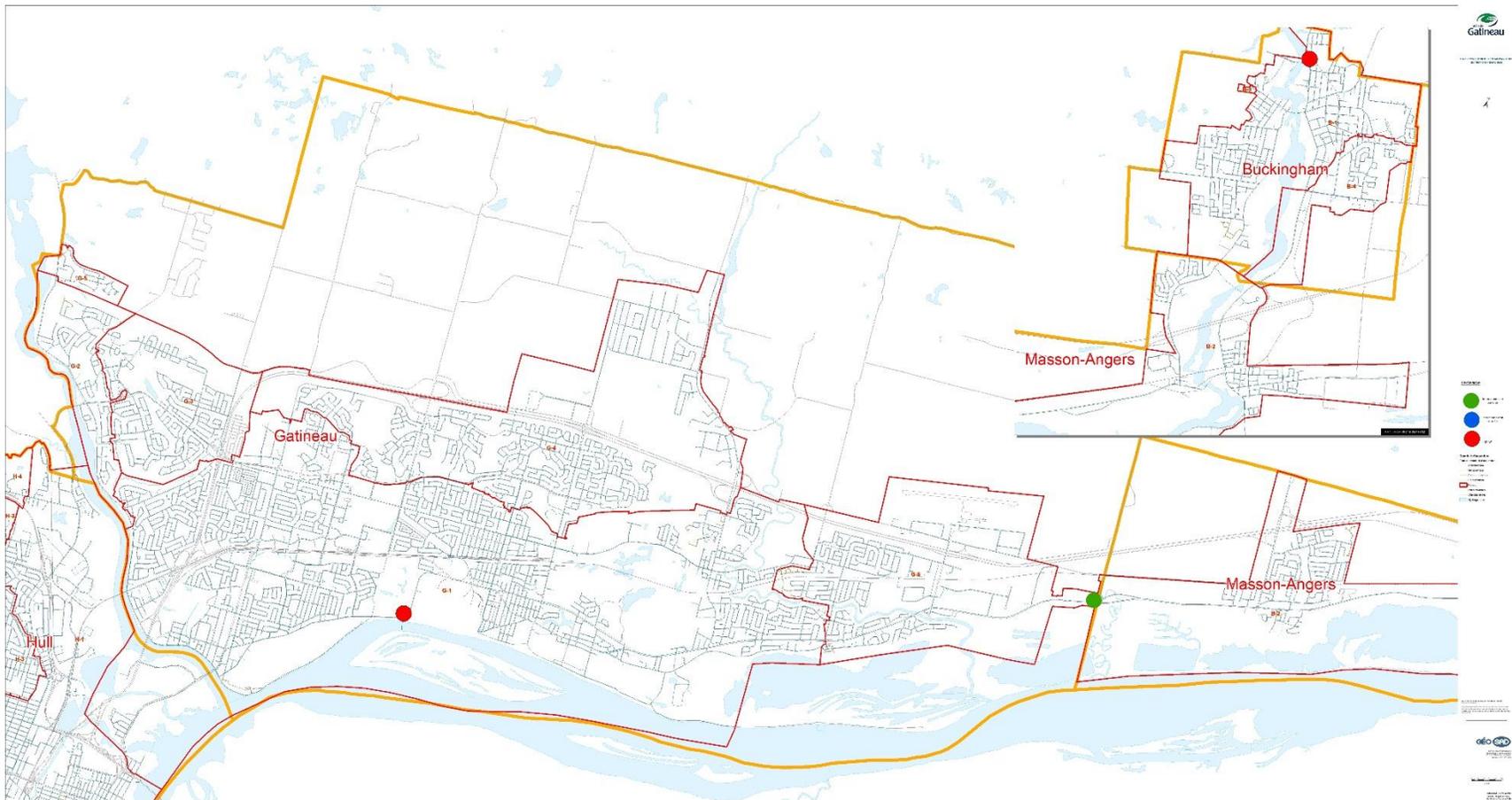


Figure 1-10 b: Localisation des interconnexions entre l’UPEP de Gatineau et l’UPEP de Buckingham.

1.4 Plan de localisation des aires de protection des eaux exploitées

Les critères délimitant les aires de protection des sites de prélèvement situés sur la rivière des Outaouais sont présentés au Tableau 1-10.

Tableau 1-10: Critères de délimitation des aires de protection (Gouvernement du Québec, 2014).

Aires de protection		
Immédiate (bandes de terre de 10 m)	Intermédiaire (bandes de terre de 120 m)	Éloignée
500 m en amont et 50 m en aval du site de prélèvement	10 km en amont et 50 m en aval du site de prélèvement	Le bassin versant de la rivière des Outaouais (au Québec) et la portion de l'aire de protection intermédiaire située en aval du site de prélèvement

Les trois aires de protection ont été délimitées par l'ABV des 7 selon les exigences du RPEP pour les prélèvements d'eau de surface de catégorie 1. Il s'agit des aires immédiate (article 70), intermédiaire (article 72) et éloignée (article 74). Comme le prélèvement d'eau est effectué dans une rivière, les critères qui ont été utilisés sont ceux définis pour ce type de milieu.

Les aires de protection immédiate et intermédiaire ont été définies selon une distance mesurée à partir du site de prélèvement. Cette distance est de 50 m en aval et 500 m en amont de la prise d'eau pour l'aire de protection immédiate et de 50 m en aval et 10 km en amont de la prise d'eau pour l'aire de protection intermédiaire. Les aires de protection remontent également les tributaires sur une distance équivalente à partir de la prise d'eau. Les aires de protection immédiate et intermédiaire incluent également une bande de terre de 10 et 120 m de part et d'autre du cours d'eau (Figure 1-11 et Figure 1-12). Bien que cette distance soit généralement calculée à partir de la ligne des hautes eaux, une approche cartographique a été utilisée, c'est-à-dire qu'une zone tampon de 10 et 120 mètres a été délimitée de chaque côté du cours d'eau. Cette approche a été utilisée puisque les informations relatives aux limites des inondations de récurrence de deux ans n'étaient pas disponibles. La Ville de Gatineau travaille actuellement à leur mise à jour et elles devraient être disponibles au courant de l'année 2021 (Maurin Dabbadie, Ville de Gatineau, Communication personnelle, 2019). Lors de la mise à jour de l'analyse de vulnérabilité, un raffinement des aires de protection immédiate et intermédiaire devra être effectué.

L'aire de protection éloignée englobe les eaux de surface du bassin versant du site de prélèvement et la portion de l'aire intermédiaire située en aval du site de prélèvement. Pour la délimiter, tous les sous-bassins versants de la rivière des Outaouais de niveau 2, situés en aval du site de prélèvement, ont été inclus. Également, puisque le relief à proximité de la rivière est relativement plat, la topographie a été utilisée afin de délimiter de manière plus précise la ligne de partage des eaux dans cette zone. La Figure 1-13 illustre la vaste étendue de l'aire éloignée de la prise d'eau de Hull. Bien que l'aire de protection éloignée se limite au territoire du Québec, l'inventaire des activités a tenu compte de la présence de certaines activités importantes situées à l'extérieur du Québec.

L'annexe G présente les données géomatiques qui ont été utilisées pour la délimitation des aires de protection et pour la partie ontarienne du bassin versant située en amont de la prise d'eau.

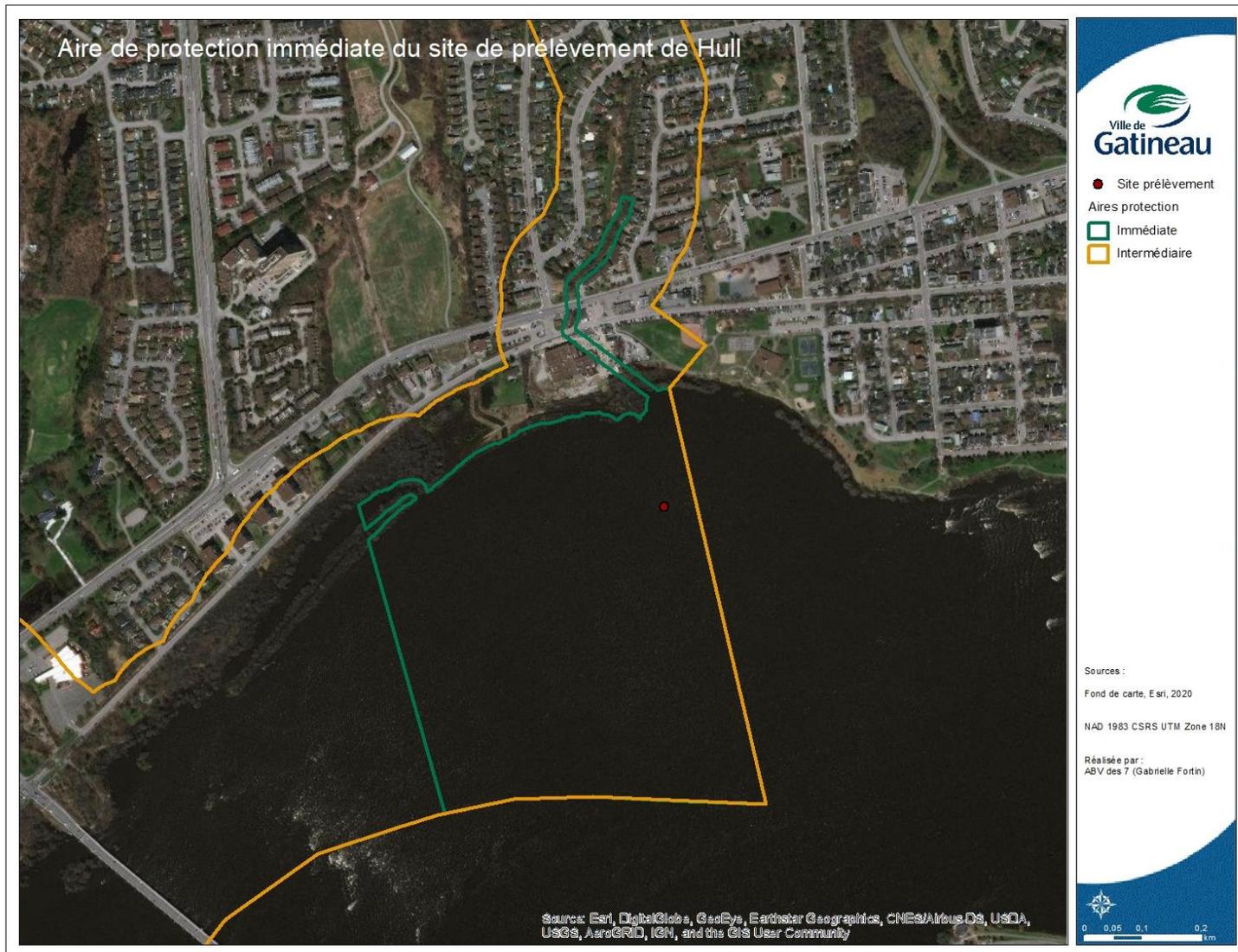


Figure 1-11 : Carte de l'aire de protection immédiate du site de prélèvement de l'UPEP de Hull.



Figure 1-12 : Carte de l'aire de protection intermédiaire du site de prélèvement de l'UPEP de Hull.

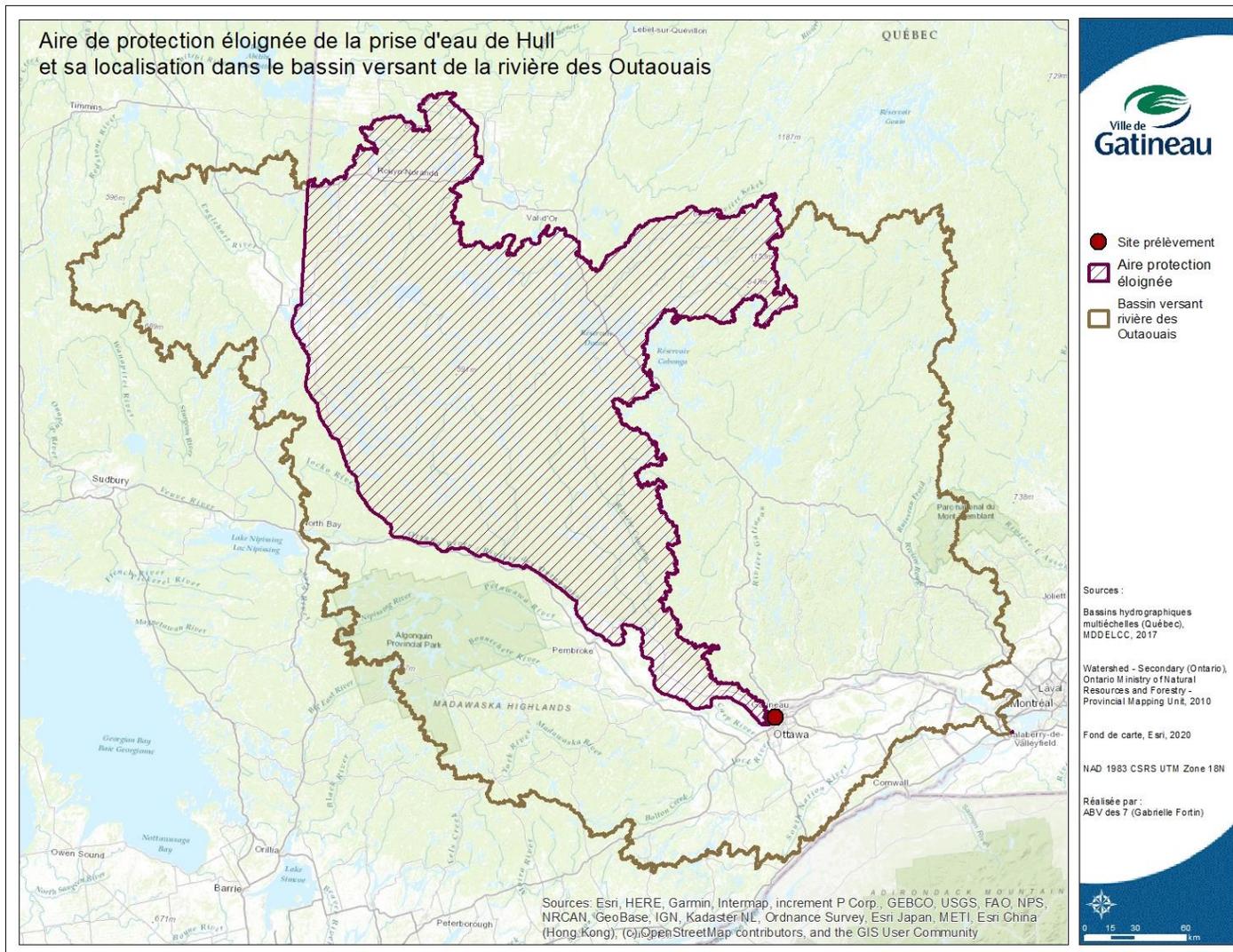


Figure 1-13 : Carte de l'aire de protection éloignée (partie située au Québec uniquement) du site de prélèvement de l'UEP de Hull.

1.5 Niveaux de vulnérabilité des eaux exploitées

L'annexe IV de l'article 69 du RPEP (Gouvernement du Québec, 2014) exige que la vulnérabilité des eaux exploitées soit évaluée par la détermination de six indicateurs. Chaque indicateur peut être déterminé selon une ou plusieurs méthodes principales et alternatives (Tableau 1-11). Les méthodes principales déterminent les indicateurs à partir (1) des données issues des registres des événements survenant dans la source d'approvisionnement, et (2) des résultats d'analyses exigées à l'eau brute et à l'eau traitée en vertu du RQEP. Pour l'évaluation de certains indicateurs, ce sont les données issues des contrôles réglementaires effectués dans l'eau distribuée qui doivent être utilisées, puisque le suivi de ces substances n'est pas exigé dans l'eau brute. Dans le cas où deux méthodes d'analyses sont requises pour la détermination d'un indicateur (indicateurs A et C), le niveau de vulnérabilité à retenir est le plus élevé des deux résultats obtenus (MELCC, 2018). Les méthodes alternatives sont suggérées pour les sites de prélèvement disposant de peu de données. Elles sont basées sur l'avis d'un professionnel ou sur la présence de certaines activités ciblées en amont du prélèvement.

Tableau 1-11 : Sommaire des méthodes principales et alternatives des six indicateurs de vulnérabilité — adapté du Guide (MELCC, 2018).

Indicateur	Méthodes principales	Méthodes alternatives
A — Physique	Méthodes 1 et 2	na
B — Microorganismes	Méthode 1	Méthode 2
C - Matières fertilisantes	Méthodes 1 et 2	Méthode 3
D - Turbidité	Méthode 1	Méthode 2
E — Substances inorganiques	Méthode 1	Méthode 2
F — Substances organiques	Méthode 1	Méthode 2

na : non applicable

Une brève description des méthodes est présentée au Tableau 1-12. Le Guide précise que lorsqu'une UPEP est alimentée par plus d'un site de prélèvement, une contamination présente dans l'eau distribuée pourrait également provenir d'une prise d'eau d'appoint. L'évaluation des indicateurs de vulnérabilité doit être réalisée pour les différents types de prise d'eau (principale, appoint et urgence). Dans le cas de l'UPEP de Hull, celle-ci a seulement une prise d'eau principale.

Tableau 1-12 : Sommaire des méthodes principales et alternatives des six indicateurs de vulnérabilité.

Indicateur		Type de prise d'eau	Type de méthode	Source des données utilisées
Physique	A1	P, A, U	Numérique	Registre des événements
	A2	P	Évaluation par un professionnel	Localisation du prélèvement et présence de certaines préoccupations
Microorganismes	B1	P	Numérique	Eau brute
	B2	P, A, U	Évaluation par un professionnel	Présence de certaines activités en amont du site de prélèvement
Matières fertilisantes	C1	P	Numérique	Eau brute
	C2	P, A, U	Numérique	Registre des événements
	C3	P, A, U	Évaluation par un professionnel	Présence d'activités anthropiques dans le bassin versant
Turbidité	D1	P	Numérique	Eau brute
	D2	P, A, U	Évaluation par un professionnel	Caractéristiques du bassin versant et présence d'activités anthropiques
Substances inorganiques	E1	P	Numérique	Eau distribuée
	E2	P, A, U	Numérique	Zonage anthropique
Substances organiques	F1	P	Numérique	Eau distribuée
	F2	P, A, U	Numérique	Zonage anthropique

P : prise d'eau principale
A : prise d'eau d'appoint
U : prise d'eau d'urgence

Le bilan des données utilisées pour la détermination des indicateurs de vulnérabilité du site de prélèvement de Hull est présenté au Tableau 1-13. Les données analytiques nécessaires au calcul des indicateurs ont principalement été obtenues de la Coordonnatrice de projets en environnement, du Chef de division usines et traitement des eaux et du Responsable usines eau potable de la Ville de Gatineau. Quelques informations et données ont aussi été transmises à Polytechnique et l'ABV des 7 par courriel ou lors de réunions.

Tableau 1-13 : Synthèse des données disponibles et utilisées pour déterminer les indicateurs de vulnérabilité du site de prélèvement de l'usine de Hull.

Indicateur de la vulnérabilité	Paramètre	Source de données	Fréquence du suivi	Période de suivi
A1 – Physique	Registre d'évènements associés à une pénurie d'eau, à une obstruction ou à un bris du site de prélèvement	Registre des évènements	Présence d'un évènement	2015 à 2019
A2 – Physique	Jugement professionnel			
B1 – Microorganismes	<i>E. coli</i> à l'eau brute	Résultats d'analyse exigés par le RQEP	Hebdomadaire	Janvier 2015 à décembre 2019
B2 – Microorganismes	na			
C1 – Matières fertilisantes	Phosphore à l'eau brute	Résultats d'analyse exigés par le RQEP	Mensuel	Mai 2015 à décembre 2019
C2 – Matières fertilisantes	Registre d'évènements associés aux évènements de proliférations d'algues, de cyanobactéries ou de plantes aquatiques ainsi qu'à des hausses suspectées ou mesurées d'azote ammoniacal	Registre des évènements	Présence d'un évènement	2015 à 2019
C3 – Matières fertilisantes	na			
D1 – Turbidité	Suivi de la turbidité à l'eau brute	Résultats d'analyse exigés par le RQEP	Toutes les 4 heures	14 février 2015 au 31 décembre 2019
D2 – Turbidité	na			
E1 – Substances inorganiques	Sb, As, Ba, Cd, Cr, Se, U, B, CN, F, Hg à l'eau distribuée	Résultats d'analyse exigés par le RQEP	Annuel	2015 à 2019
	NO ₂ +NO ₃ à l'eau distribuée	Résultats d'analyse exigés par le RQEP	Mensuel	Avril 2015 à décembre 2019
F1 – Substances organiques	Substances organiques à l'eau distribuée	Résultats d'analyse exigés par le RQEP	Trimestriel aux trois ans ¹	2015 et 2018
E2 et F2 – Substances inorganiques et organiques	Utilisation du sol pour la bande de 120 mètres de l'aire de protection intermédiaire	Couches d'information géomatiques	-	-

na : non applicable (méthode non utilisée)

¹ La Ville de Gatineau bénéficie d'un suivi allégé trimestriel aux 3 ans pour les substances organiques. En effet, le RQEP prévoit une exemption lorsque les résultats d'analyse sont très en dessous des limites minimales prévues au règlement.

1.5.1 Vulnérabilité physique du site de prélèvement (indicateur A)

Cette section examine les problèmes identifiés pour la vulnérabilité physique du site de prélèvement de Hull.

1.5.1.1 Méthode 1 – indicateur A1

La méthode 1 permettant d'évaluer la vulnérabilité physique du site de prélèvement (indicateur A1) est fondée sur l'historique du nombre d'événements naturels ou d'origine anthropique ayant affecté l'intégrité physique du site de prélèvement. Depuis août 2014, les responsables d'un prélèvement d'eau de catégorie 1 sont tenus de consigner tous les événements associés à une pénurie d'eau, à une obstruction ou à un bris du site de prélèvement dans un registre en vertu de l'article 22.0.4 du RQEP (Gouvernement du Québec, 2019). Pour cet indicateur, le niveau de vulnérabilité du site de prélèvement est déterminé selon les critères présentés au Tableau 1-14.

Tableau 1-14: Critères permettant de déterminer le niveau de vulnérabilité physique d'un site de prélèvement (indicateur A, méthode 1) (Gouvernement du Québec, 2014).

Nombre d'événements distincts répertoriés (période de cinq années consécutives)	Niveau de vulnérabilité
Aucun	Faible
1	Moyen
>1	Élevé

Les informations sur les opérations journalières ont été compilées de 2015 à 2019 à l'UPEP de Hull sous la supervision de M. Mario Renaud, responsable des usines d'eau potable. Durant cette période de suivi de cinq ans, un seul événement a été enregistré. Il s'agit d'une fermeture des vannes survenue lors des inondations de 2017 (Tableau 1-15).

Tableau 1-15: Évènement consigné dans le registre.

Date	Problème répertorié
5 mai 2017	Fermeture d'une vanne à cause des inondations.

La vulnérabilité physique de la prise d'eau alimentant l'UPEP de Hull est donc MOYEN selon l'indicateur A1.

1.5.1.2 Méthode 2 — indicateur A2

La méthode 2 de l'indicateur A (A2) requiert l'évaluation de la vulnérabilité du site de prélèvement par un professionnel. Ces critères d'évaluation sont, par exemple, la localisation du site, les caractéristiques hydrodynamiques ou hydrogéomorphologiques du plan d'eau, l'appréhension d'une pénurie d'eau et l'effet anticipé des changements climatiques. Dans le cas de l'UPEP de Hull, cette analyse est abordée par

une évaluation de la vulnérabilité de la prise d'eau aux inondations, à la prolifération d'espèces invasives, à l'ensablement, ainsi qu'aux bris ou à l'endommagement de la prise d'eau.

1.5.1.2.1 Vulnérabilité à l'obstruction du passage associée à l'ensablement d'une prise d'eau

Aucun évènement lié à l'ensablement n'a été noté dans le registre des évènements de l'UPEP de Hull.

1.5.1.2.2 Vulnérabilité à un bris ou l'endommagement de la prise d'eau

La section de la rivière des Outaouais, dans laquelle se situe le site de prélèvement d'eau de Hull est délimitée à l'est par les centrales hydroélectriques des chutes Chaudières et à l'ouest par les rapides Deschênes. Cette section de la rivière est possiblement peu propice à la navigation de plaisance. Il est peu probable qu'une embarcation motorisée ne se retrouve à proximité de la prise d'eau. **Nous jugeons donc que le niveau de vulnérabilité de la prise à un bris ou endommagement par une embarcation est FAIBLE.**

1.5.1.2.3 Vulnérabilité à l'obstruction du passage de l'eau par des moules zébrées

La prolifération d'espèces envahissantes, telles que les moules zébrées, représente un risque de blocage pour les prises d'eau. Il est possible que des moules zébrées soient présentes dans certains secteurs de la ville, notamment à la marina d'Aylmer (Geneviève Michon, Ville de Gatineau, Communication personnelle, 2020). Une surveillance pourrait être effectuée. Cependant, aucun problème de moules zébrées n'a été noté dans le registre de l'usine (Tableau 1-15). **Nous jugeons que le niveau de la vulnérabilité de l'UPEP à l'obstruction du passage de l'eau par l'accumulation de moules zébrées est FAIBLE.**

1.5.1.2.4 Vulnérabilité à l'inondation de l'UPEP

Selon les prévisions de changements climatiques de l'Atlas hydroclimatique du Québec méridional (Centre d'expertise hydrique du Québec, 2015), il est possible que certaines périodes critiques affectent l'UPEP de Hull (Tableau 1-16).

Tableau 1-16 : Bilan des principales tendances pour le Québec méridional à l’horizon 2050 – tiré de l’Atlas hydroclimatique du Québec méridional (CEHQ, 2015)

Tendances à l’horizon 2050	Niveau de confiance
Les crues printanières seront plus hâtives	Élevé
Le volume des crues printanières diminuera au sud du Québec méridional	Modéré
La pointe des crues printanières sera moins élevée au sud du Québec méridional	Modéré
La pointe des crues estivales et automnales sera plus élevée sur une large portion du Québec méridional	Modéré
Les étiages estivaux seront plus sévères et plus longs	Élevé
Les étiages hivernaux seront moins sévères	Élevé
L’hydraulicité hivernale sera plus forte	Élevé
L’hydraulicité estivale sera plus faible	Élevé
L’hydraulicité à l’échelle annuelle sera plus forte au nord du Québec méridional et plus faible au sud	Modéré

Ces pointes de crues pourraient correspondre à une augmentation de la vulnérabilité de l’UPEP de Hull. Cependant, le « Document d’accompagnement de l’Atlas hydroclimatique » (Direction de l’expertise hydrique, 2018) mentionne dans les limites méthodologiques que les projections hydrologiques se limitent au régime naturel d’écoulement en surface des cours d’eau et ne peuvent être généralisées à certains grands cours d’eau, comme la rivière Outaouais. Les impacts des changements climatiques qui affecteront le bassin versant de la rivière des Outaouais demeurent peu connus.

Aussi, la rivière des Outaouais a connu deux débordements records en trois ans, soit pour les années 2017 et 2019 (ECCC, 2020). Au cours du dernier siècle, à huit reprises le débit des inondations a dépassé 8000 m³/s à Hawkesbury, en Ontario (ECCC, 2020). Au cours de deux années, ce débit a atteint un pic supérieur à 9 000 m³/s, soit pour les années 2017 et 2019 (ECCC, 2020).

Il s’agit de deux crues exceptionnelles en trois ans. Il est difficile d’évaluer la probabilité d’occurrence d’un tel évènement ou de prédire sa récurrence dans le temps.

Bien que les UPEP de Hull et d’Aylmer soient considérées comme ayant un niveau de vulnérabilité élevé aux inondations, la Ville de Gatineau considère l’UPEP d’Aylmer comme étant plus vulnérable aux inondations que l’UPEP de Hull (Mario Renaud, Ville de Gatineau, Communication personnelle, 2021).

Nous jugeons que le niveau de la vulnérabilité de l’UPEP de Hull aux inondations est ÉLEVÉ.

La vulnérabilité physique de la prise d’eau alimentant l’UPEP de Hull est donc ÉLEVÉE selon l’indicateur A2.

1.5.1.3 Vulnérabilité physique du site de prélèvement de l’UPEP de Hull

Le niveau de vulnérabilité physique correspond au niveau de vulnérabilité le plus élevé évalué par les deux méthodes A1 et A2 et est donc **ÉLEVÉ** (Tableau 1-17).

Tableau 1-17 : Niveau de vulnérabilité physique (indicateur A) du site de prélèvement de l’UPEP de Hull.

A1	A2	Indicateur A Niveau de vulnérabilité physique*
MOYEN	ÉLEVÉ	ÉLEVÉ

* Correspond au niveau de vulnérabilité le plus élevé évalué par les différentes méthodes

1.5.2 Vulnérabilité aux microorganismes (indicateur B)

La vulnérabilité aux microorganismes est évaluée avec les données de la qualité de l’eau à la section 1.5.2.1. De plus, dans l’analyse des menaces des activités anthropiques, les activités suivantes sont des sources potentielles de microorganismes : les effluents des stations d’épuration, les débordements d’eaux usées et les effluents des raccordements inversés.

1.5.2.1 Méthode 1 – indicateur B1

La méthode 1 de l’indicateur B (B1) est fondée sur le suivi hebdomadaire de la bactérie *Escherichia coli* (*E. coli*) à l’eau brute requis en vertu de l’article 22.0.1 du (RQEP) depuis mars 2013 (Gouvernement du Québec, 2019). Les résultats du dénombrement de bactéries *Escherichia coli* sur une période consécutive de 5 ans sont utilisés. Le niveau de vulnérabilité est établi grâce au calcul de la médiane et du 95^e percentile des résultats de dénombrement d’*E. coli*. Le niveau de la vulnérabilité aux microorganismes est déterminé selon les critères présentés au Tableau 1-18.

Tableau 1-18: Critères permettant de déterminer le niveau de vulnérabilité d’une source d’eau potable aux microorganismes (Indicateur B, méthode 1) (Gouvernement du Québec, 2014).

Concentrations en <i>E. coli</i> (UFC/100 mL) (5 années consécutives)	Niveau de vulnérabilité
Médiane < 15 UFC/100 mL et 95e centile < 150 UFC/100 mL	Faible
Autres cas	Moyen
Médiane > 150 UFC/100 mL ou 95e centile > 1 500 UFC/100 mL	Élevé

La médiane des concentrations en *E. coli* à l’eau brute est de 10 UFC/100mL et le 95^e centile de 98 UFC/100mL pour les échantillons prélevés de janvier 2015 à décembre 2019 (n=260) (Figure 1-14). Le niveau de vulnérabilité aux microorganismes selon l’indicateur B1 est donc **FAIBLE**.

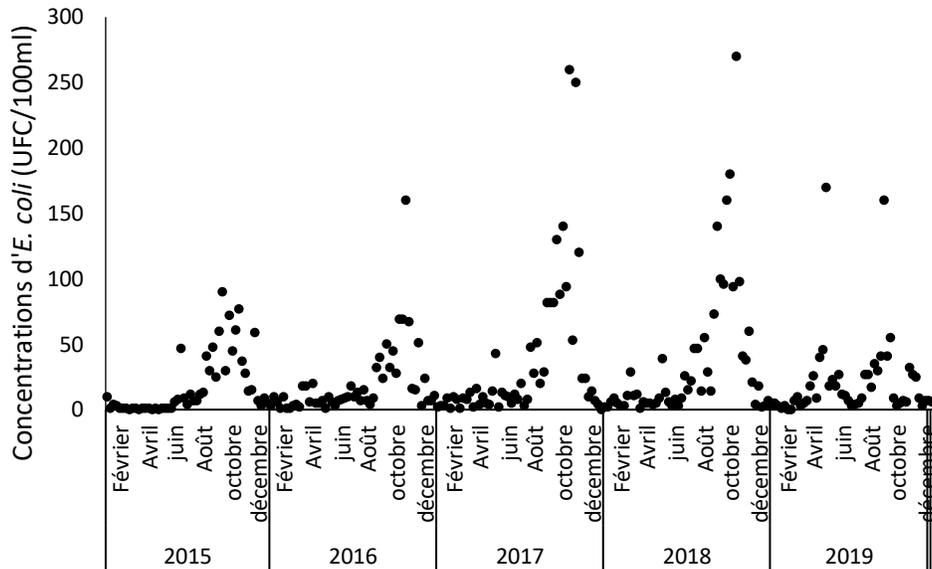


Figure 1-14 : Concentrations en *E. coli* à l'eau brute de la prise d'eau de Hull de 2015 à 2019 (n=260).

La vulnérabilité aux microorganismes de l'UPEP de Hull est donc FAIBLE selon l'indicateur B1.

1.5.2.2 Méthode 1 – indicateur B1 - analyses complémentaires

Polytechnique Montréal, dans une étude sur la variabilité des concentrations d'*E. coli* aux prises d'eau, a proposé l'ajout d'analyses complémentaires pour bonifier l'indice B1 du RPEP (Sylvestre *et al.* 2015). Ces analyses complémentaires permettent de mieux cibler la variabilité temporelle (saisonnnière et en temps de pluie) de la contamination fécale d'un site de prélèvement en milieu urbain (Sylvestre *et al.*, 2015). D'autant plus qu'une analyse plus détaillée de la dynamique d'*E. coli* aux sites de prélèvement d'eau potable est appuyée par des recommandations internationales de protection des sources et d'exigences de traitement. Une revue critique des modifications des approches de protection des sources a été complétée par Polytechnique Montréal en 2017 (Prévost *et al.* 2017). On y note :

- **Une évolution importante des approches de suivi de la contamination de l'eau brute.** Par exemple, l'incorporation de l'échantillonnage systématique durant les événements considérés à risque, plutôt que le recours à des mesures ponctuelles à intervalle prédéterminé. Cette approche est recommandée par l'OMS (WHO, 2016a, 2016b), le Canada (Health Canada, 2013), l'Australie (Australian Government, National Health and Medical Research Council, & Natural Resource Management Ministerial Council, 2016; Water Services Association of Australia, 2015) et la Nouvelle-Zélande (Government of New Zealand, 2016). Les événements à risques doivent être systématiquement identifiés et évalués et doivent capturer les variations saisonnières et les événements extrêmes (précipitations importantes, sécheresse) (Health Canada, 2013; WHO, 2016a) (Water Services Association of Australia, 2015). Ce type d'échantillonnage ciblé est appelé échantillonnage '*event-based*'. L'Australie propose de définir les exigences de traitement à partir

de la valeur maximale mesurée d'*E. coli* mesurée par échantillonnage ciblé durant des périodes à risque (Australian Government *et al.*, 2016).

- **L'importance de bien caractériser ces périodes critiques de contamination aux prises d'eau.** Les épidémies d'origine hydrique liées à l'approvisionnement en eau potable qui ont eu lieu au cours des vingt dernières années coïncident généralement avec des périodes de pluies abondantes ou de fonte des neiges générant une grande quantité d'eaux de ruissellement (Bartholomew *et al.* 2014; Cann *et al.* 2013; Craun, 2012; Craun *et al.*, 2010; Curriero *et al.* , 2001; Guzman-Herrador *et al.*, 2015; Hrudey et Hrudey, 2004; Young *et al.*, 2015). Ces conditions météorologiques ont souvent été associées à des pointes de concentrations en pathogènes (Atherholt *et al.*, 1998; Kistemann *et al.*, 2002; Signor *et al.*, 2005). Elles ont été identifiées comme la cause d'épidémies d'origine hydrique lorsque combinées à des dysfonctionnements du traitement de l'UPEP (Auld *et al.*; Jagai *et al.*, 2015), tels que : (1) le nombre restreint de barrières de désinfection, (2) les périodes d'entretien ou de mises à niveau des installations, et (3) les périodes de construction ou de réparation des conduites d'eau (Craun *et al.*, 2002; Hrudey et Hrudey, 2004; Kramer *et al.*, 1996; Nygard *et al.*, 2007).

Les analyses complémentaires proposées par Polytechnique Montréal ont pour objectif de mieux identifier les événements ou les périodes de l'année durant lesquels un site de prélèvement est plus vulnérable à une contamination microbienne. Les analyses complémentaires proposées sont :

- **Calcul du 99^e centile des concentrations en *E. coli* (en remplacement du 95^e centile dans l'indicateur B1) en complément de la médiane.** Le 99^e centile est une méthode plus conservatrice que le 95^e centile pour évaluer la vulnérabilité microbienne d'un site de prélèvement associée aux événements climatiques intenses et aux déversements d'eaux usées. Ces événements ont une récurrence assez fréquente sur une année et peuvent mener à des détériorations soutenues et significatives de la qualité microbiologique à l'eau brute;
- **Calcul de la moyenne mobile sur douze mois.** Ceci permet de valider la classe de traitement tel que déterminée par le RQEP (article 5.1), ainsi que de suivre l'évolution de la contamination fécale de l'eau brute à long terme;
- **Calcul de la moyenne mobile sur trois mois.** Ceci permet de capturer les variations saisonnières, et par conséquent, les périodes critiques de contamination d'*E. coli* au site de prélèvement.

Les résultats de ces analyses complémentaires sont présentés au Tableau 1-19 et aux Figure 1-15 et Figure 1-16.

Tableau 1-19 : Analyses statistiques supplémentaires réalisées avec les concentrations hebdomadaires en *E. coli* (UFC/100 mL) mesurées à l'eau brute de l'usine de Hull entre janvier 2015 et décembre 2019.

Analyses statistiques	Concentration en <i>E. coli</i> (UFC/100 mL) (n=260)
Médiane	10
95e centile	98
99e centile	209
Valeur maximale de la moyenne mobile — 12 mois	41
Valeur maximale de la moyenne mobile — 3 mois	104

Le 99^e centile des données de concentrations en *E. coli* à l'eau brute de l'UPEP de Hull est de 209 *E. coli*/100 mL. Si nous évaluons le résultat selon les critères d'évaluation de l'indicateur B1, mais en remplaçant le 95^e centile par le 99^e centile, le niveau de vulnérabilité aux microorganismes du site de prélèvement de Hull devient MOYEN (>150 UFC/100 mL et <1 500 UFC/100 mL). Dans ce cas, l'utilisation du 99^e percentile change les résultats pour déterminer le niveau de vulnérabilité aux microorganismes.

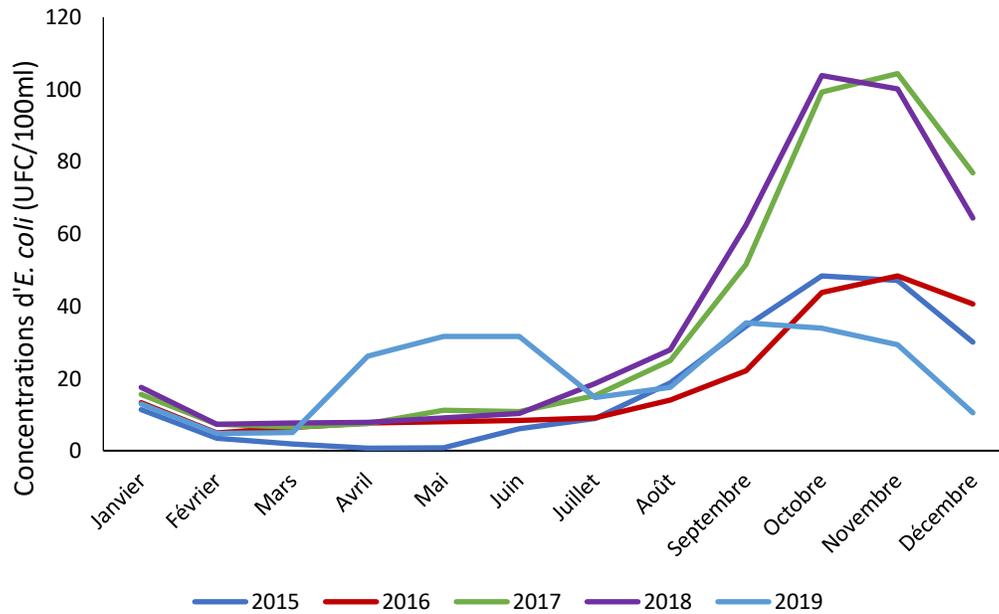


Figure 1-15 : Moyennes mobiles sur trois mois des concentrations en *E. coli* à l'eau brute de la prise d'eau de Hull de 2015 à 2019.

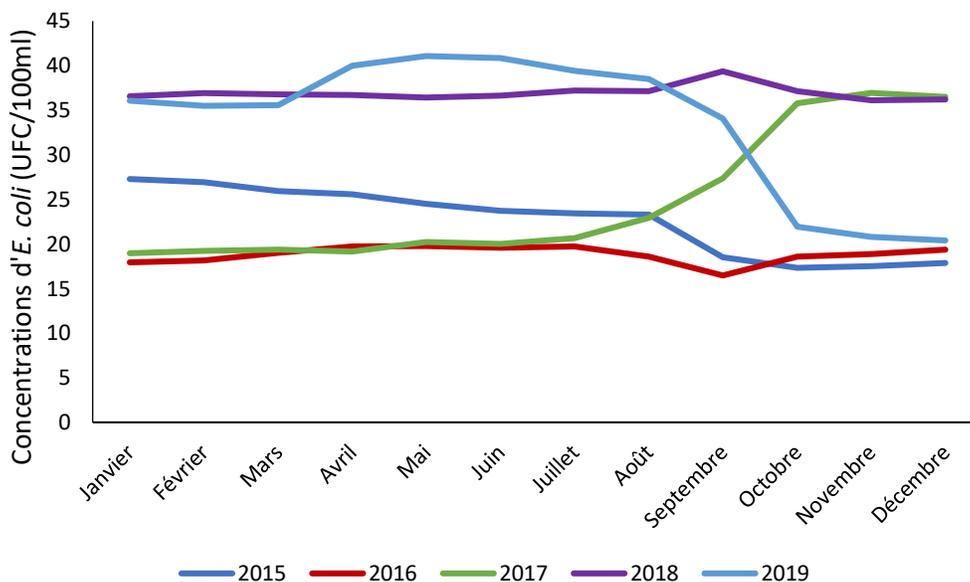


Figure 1-16 : Moyennes mobiles sur douze mois des concentrations en *E. coli* à l’eau brute de la prise d’eau de Hull de 2015 à 2019.

La Figure 1-15 et la Figure 1-16 montrent les moyennes mobiles calculées sur une période de trois mois et douze mois. La moyenne mobile sur douze mois des concentrations en *E. coli* du site de prélèvement de Hull varie entre 16 et 41 UFC/100 mL. Par conséquent, les normes minimales de désinfection de l’UPEP de Hull requises par le RQEP sont celles de la classe 2, soit de >15 et ≤150 UFC/100mL.

La moyenne mobile sur trois mois révèle une augmentation récurrente : les concentrations en *E. coli* augmentent, généralement, lors des périodes automnales (septembre-novembre) (Figure 1-15).

Cette analyse démontre que le site de prélèvement de Hull est plus vulnérable à une contamination microbienne durant une période critique qu’à d’autres périodes de l’année. En considérant le 99^e percentile, le niveau de vulnérabilité aux microorganismes selon l’indicateur B1 devient MOYEN.

1.5.2.3 Vulnérabilité aux microorganismes du site de prélèvement de l’UPEP de Hull

Le niveau de vulnérabilité aux microorganismes correspond au niveau de vulnérabilité de la méthode B1 et est donc **moyen** (Tableau 1-20).

Tableau 1-20 : Niveau de vulnérabilité aux microorganismes (indicateur B) du site de prélèvement de l’UPEP de Hull.

B1	Indicateur B Niveau de vulnérabilité aux microorganismes
Moyen	Moyen

Lors d'une réunion, les représentants de la Ville ont mentionné que l'hydrologie dans la baie à proximité de la prise d'eau de Hull était peu connue et ils se questionnaient sur l'influence possible du ruisseau Moore ou de la plage du parc Moussette sur la qualité de l'eau à la prise d'eau.

1.5.3 Vulnérabilité aux matières fertilisantes (indicateur C)

Cette section évalue la vulnérabilité du site de prélèvement aux matières fertilisantes par une analyse des données de la qualité de l'eau (section 1.5.3.1) et par les informations consignées dans le registre de l'usine (section 1.5.3.2). Dans l'analyse des menaces des activités anthropiques, les activités suivantes sont aussi des sources potentielles de matières fertilisantes : les effluents des stations d'épuration, les débordements d'eaux usées et les effluents des raccordements inversés. De plus, le ruissellement urbain de terrains imperméables dans des zones avec des utilisations du sol anthropiques peut aussi contribuer à l'apport de matières fertilisantes dans l'eau de la rivière des Outaouais. Les matières fertilisantes dans l'eau peuvent nuire à la production d'eau potable. Le phosphore peut causer une hausse de cyanobactéries et d'algues, ce qui peut engendrer des problèmes au niveau des équipements de production d'eau potable. Des hausses de concentrations d'azote ammoniacal peuvent d'ailleurs causer des difficultés dans le système de traitement (MELCC, 2018).

1.5.3.1 Méthode 1 — indicateur C1

La méthode 1 de l'indicateur C (indicateur C1) est fondée sur les résultats des analyses de phosphore total réalisées à l'eau brute. Un suivi réglementaire mensuel est requis entre mai et octobre depuis 2015 en vertu de l'article 22.0.4 du RQEP (Gouvernement du Québec, 2019). La moyenne des concentrations mesurées sur une période consécutive de cinq ans, lorsque disponible, doit être utilisée pour évaluer le niveau de vulnérabilité de l'eau brute aux matières fertilisantes (Tableau 1-21).

Bien que le suivi réglementaire soit requis de mai à octobre seulement, toutes les données mensuelles de mai 2015 à décembre 2019 ont été considérées dans l'analyse.

Tableau 1-21. Seuils de phosphore total permettant de déterminer le niveau de vulnérabilité aux matières fertilisantes d'un site de prélèvement (indicateur C1) (Gouvernement du Québec, 2014).

Concentration moyenne en phosphore total à l'eau brute ($\mu\text{g/L}$)	Niveau de la vulnérabilité aux matières fertilisantes
≤ 30	Faible
>30 et <50	Moyen
≥ 50	Élevé

Les données de l'UPEP de Hull sont disponibles depuis mai 2015. La moyenne des concentrations en phosphore total mesurées entre mai 2015 et décembre 2019 ($n=55$) est de **28 $\mu\text{g/L}$** .

La vulnérabilité aux matières fertilisantes de l'UPEP de Hull est donc FAIBLE selon l'indicateur C1

1.5.3.2 Méthode 2 — indicateur C2

La méthode 2 permettant d'évaluer la vulnérabilité aux matières fertilisantes (indicateur C2) est fondée sur l'historique du nombre d'événements consignés dans le registre des événements des UPEP qui sont associés à des proliférations d'algues, de cyanobactéries ou de plantes aquatiques, ainsi qu'aux hausses, suspectées ou mesurées, d'azote ammoniacal. Le niveau de vulnérabilité est déterminé selon les critères présentés au Tableau 1-22.

Tableau 1-22 : Critères permettant de déterminer le niveau de vulnérabilité aux matières fertilisantes d'un site de prélèvement (méthode 2 – indicateur C2) (Gouvernement du Québec, 2014).

Nombre d'événements distincts répertoriés (période de cinq années consécutives)	Niveau de vulnérabilité
≤ 1	Faible
Entre 2 et 4	Moyen
≥ 5	Élevé

Aucun événement de prolifération d'algues, de cyanobactéries ou de plantes aquatiques n'a été documenté dans le registre.

L'azote ammoniacal a été mesuré mensuellement à l'eau brute entre mai 2015 et décembre 2019 (n=55). La moyenne de la concentration en azote ammoniacal de ces échantillons était de 0,13 mg/L. La concentration a dépassé 0,1 mg/L dans 5 échantillons. Cependant, aucun événement dans le registre n'indique que ces hausses ont occasionné une défaillance d'une partie ou de l'ensemble du système de traitement.

La vulnérabilité aux matières fertilisantes de l'UPEP de Hull est donc FAIBLE selon l'indicateur C2

1.5.3.3 Vulnérabilité aux matières fertilisantes du site de prélèvement de l'UPEP de Hull

Le niveau de vulnérabilité aux matières fertilisantes correspond au niveau de vulnérabilité le plus élevé des deux méthodes complémentaires (C1 et C2). Ce niveau est donc **FAIBLE** pour le site de prélèvement de l'UPEP de Hull (Tableau 1-23).

Tableau 1-23 : Niveau de vulnérabilité aux matières fertilisantes (indicateur C) du site de prélèvement de l'UPEP de Hull.

C1	C2	Indicateur C Niveau de vulnérabilité aux matières fertilisantes *
FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE

* Correspond au niveau de vulnérabilité le plus élevé évalué par les différentes méthodes

1.5.4 Vulnérabilité à la turbidité (indicateur D)

La turbidité peut amener à des défaillances techniques qui peuvent affecter la qualité de l'eau produite et elle peut aussi causer préjudice au site de prélèvement. Des hausses de turbidité peuvent aussi être associées à une contamination en matières fertilisantes et une contamination microbiologique (MELCC, 2018).

La vulnérabilité de l'eau brute de l'UPEP à la turbidité a été évaluée selon la méthode 1 en se basant sur les données de la qualité de l'eau (section 1.5.4.1). Les problèmes identifiés qui pourraient contribuer à l'augmentation de la turbidité de l'eau brute de l'UPEP de Hull sont : l'eau de la rivière des Outaouais, les hausses soudaines de débit dans les tributaires, la remise en suspension des sédiments à proximité de la prise d'eau et dans l'aire éloignée, les débordements d'eaux usées, les raccordements inversés, les effluents des stations d'épuration et le ruissellement urbain.

1.5.4.1 Méthode 1 — indicateur D1

La méthode 1 évalue la vulnérabilité à la turbidité (indicateur D1) à partir du suivi continu des concentrations de turbidité requis par le RQEP (Alinéa 3 de l'article 22) selon les critères du Tableau 1-24.

Tableau 1-24 : Critères permettant de déterminer le niveau de vulnérabilité à la turbidité d'un site de prélèvement (méthode 1) (Gouvernement du Québec, 2014).

Turbidité (période de cinq années consécutives)	Niveau de vulnérabilité
99 ^e centile ≤ 100 UTN	Faible
99 ^e centile > 100 UTN	Élevé

Le 99^e centile des concentrations maximales mesurées aux quatre heures entre le 14 février 2015 et le 31 décembre 2019 est de 37,06 UTN (n=10 692).

**La vulnérabilité à la turbidité de l'UPEP de Hull est donc FAIBLE
selon l'indicateur D1**

1.5.4.2 Vulnérabilité à la turbidité du site de prélèvement de l'UPEP de Hull

Le niveau de vulnérabilité à la turbidité correspond au niveau de vulnérabilité évalué par la méthode 1, soit : **FAIBLE** (Tableau 1-25).

Tableau 1-25 : Niveau de vulnérabilité à la turbidité (indicateur D) du site de prélèvement de l'UPEP de Hull.

D1	Indicateur D Niveau de vulnérabilité à la turbidité
FAIBLE	FAIBLE

1.5.5 Vulnérabilité aux substances inorganiques (indicateur E)

La vulnérabilité de l'eau brute de l'UPEP aux substances inorganiques a été évaluée par les données de la qualité de l'eau (méthode 1) (voir section 1.5.5.1). Cependant, pour certaines substances, la limite de détection de la méthode du laboratoire, qui est standardisée, ne permettait pas de déterminer si les valeurs étaient inférieures au seuil de 20% de la norme applicable. Pour cette raison, la méthode 2 a aussi été utilisée. Il s'agit d'une analyse de l'occupation du sol (potentiel de ruissellement urbain) (voir section 1.5.5.2). Dans l'analyse des activités anthropiques, les activités suivantes sont aussi des sources potentielles de substances inorganiques : les débordements d'eaux usées, les raccordements inversés, les effluents des stations d'épuration, les rejets industriels et les sites d'entassement de neige.

1.5.5.1 Méthode 1 — indicateur E1

La méthode 1 évalue la vulnérabilité aux substances inorganiques (indicateur E1) de l'eau des UPEP à partir des concentrations à l'eau traitée de onze substances inorganiques ainsi que des nitrates et nitrites mentionnés à l'annexe 1 du RQEP. Les critères d'évaluation de cet indicateur sont présentés au Tableau 1-26. Les responsables des systèmes de distribution qui desservent plus de 20 utilisateurs sont assujettis au suivi annuel des concentrations de substances inorganiques ainsi qu'au suivi trimestriel des nitrates et nitrites à l'eau traitée par l'article 14 du RQEP. Bien que le suivi réglementaire requis pour les nitrites et nitrates soit trimestriel selon le RQEP, toutes les données mensuelles ont été considérées dans l'analyse puisqu'elles étaient disponibles.

Tableau 1-26 : Critères du RPEP permettant de déterminer le niveau de vulnérabilité d'un site de prélèvement aux substances inorganiques (indicateur E1) (Gouvernement du Québec, 2014).

Résultats obtenus pour <u>au moins</u> une substance	Niveau de vulnérabilité
Deux résultats \geq 50 % de la norme applicable	Élevé
Deux résultats entre 20 % et 50 % de la norme applicable, OU un résultat entre 20 % et 50 % et un résultat \geq 50 % de la norme applicable	Moyen
Tous les autres cas	Faible

Les résultats sont présentés au Tableau 1-27. Pour 3 des 11 substances inorganiques, soit l'antimoine, le cadmium et l'uranium, la limite de détection de la méthode du laboratoire, qui est standardisée, ne permettait pas de détecter une concentration inférieure à 20% de la norme applicable. Cependant, pour ces trois substances, aucun échantillon ne dépassait 50% de la norme applicable. Pour l'ensemble des autres substances, les échantillons contenaient une concentration inférieure à 20 % de la norme applicable, à l'exception d'un échantillon de bore et d'un échantillon de fluorure, qui dépassait respectivement les normes de 20 et 50%.

Tableau 1-27. Évaluation de la vulnérabilité aux substances inorganiques à partir des concentrations de 11 substances mesurées dans l'eau potable de l'UPEP de Hull de 2015 à 2019.

Paramètre	Concentration maximale détectée durant les cinq années consécutives de suivi (mg/L) (n° d'échantillons)	Norme RQEP (mg/L)	Nombre d'échantillons dont la concentration est supérieure à 50 % de la norme	Nombre d'échantillons dont la concentration est comprise entre 20 % et 50 % de la norme
Antimoine (Sb)	<0,002 (5)	0,006	0	na
Arsenic (As)	<0,002 (5)	0,01	0	0
Baryum (Ba)	<0,05 (5)	1	0	0
Bore (B)	1,06 (5)	5	0	1
Cadmium (Cd)	<0,002 (5)	0,005	0	na
Chrome (Cr)	<0,01 (5)	0,05	0	0
Cyanures (CN)	<0,005 (5)	0,2	0	0
Fluorures (F)	1,82 (5)	1,5	1	0
Mercure (Hg)	<0,0002 (5)	0,001	0	0
Sélénium (Se)	<0,002 (5)	0,01	0	0
Uranium (U)	<0,01 (5)	0,02	0	na
Nitrites (NO ₂ ⁻) et Nitrates (NO ₃ ⁻)	0,40 (57)	10	0	0

na : non applicable (la limite de détection de la méthode utilisée en laboratoire est supérieure au seuil de 20% de la norme applicable)

1.5.5.2 Méthode 2 — indicateur E2

La vulnérabilité aux substances inorganiques a donc été évaluée selon les usages anthropiques (indicateur E2) présents dans l'aire de protection intermédiaire, c'est-à-dire dans la bande de 120 m en amont du site de prélèvement. Le niveau de vulnérabilité est déterminé selon la proportion de la superficie terrestre de l'aire utilisée par les secteurs d'activité agricole, commerciale, industrielle, les corridors de transport routiers et ferroviaires, ainsi que par les terrains de golfs (Tableau 1-28). L'utilisation du sol dans l'aire de protection intermédiaire du site de prélèvement est présentée à la Figure 1-17.

Tableau 1-28 : Critères du RPEP permettant de déterminer la vulnérabilité aux substances inorganiques et organiques (indicateurs E2 et F2) (MELCC, 2018)

Rapport de la superficie totale utilisée par les secteurs d'activités visés et la superficie totale des bandes de 120 m comprise dans l'aire de protection intermédiaire	Niveau de vulnérabilité
≥ 50 %	Élevé
Entre 20 % et 50 %	Moyen
≤ 20 %	Faible

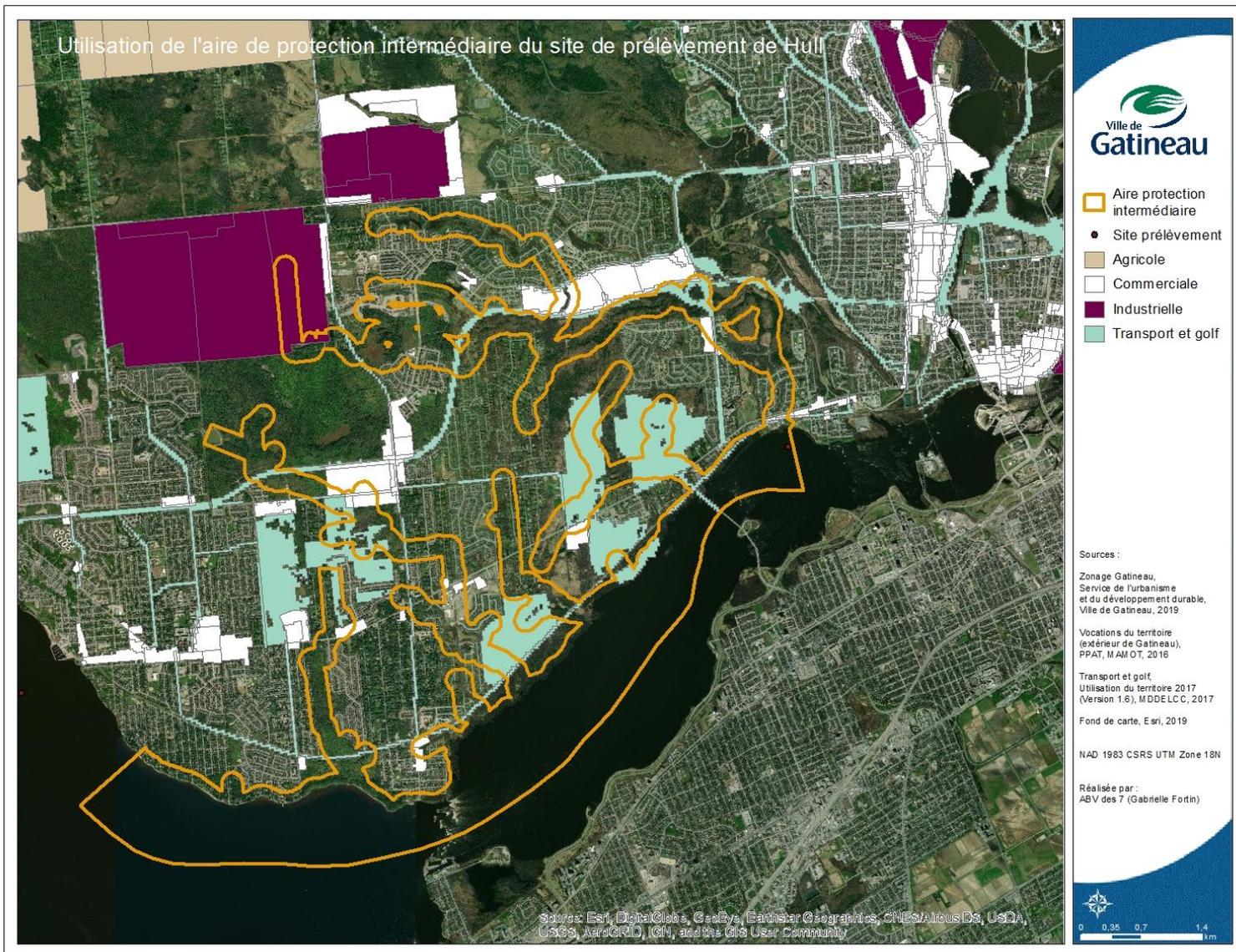


Figure 1-17 : Utilisation du sol de l'aire de protection intermédiaire du site de prélèvement de Hull.

Tableau 1-29 : Répartition des usages anthropiques (commercial, industriel, agricole et corridors de transport/golfs) dans l'aire intermédiaire du site de prélèvement de l'UPEP de Hull.

Type d'utilisation	Proportion de la superficie de l'aire intermédiaire (%)
Commerciale	3,16
Industrielle	2,64
Agricole	0,00
Corridors de transport et terrains de golfs (situés à l'extérieur des zones commerciales, industrielles et agricoles)	16,20
Total	21,99

La proportion de la superficie de l'aire intermédiaire dont l'usage est industriel, commercial, agricole, une voie de transport ou un terrain de golf est de 21,99 % (Tableau 1-29). Ce résultat correspond au niveau de vulnérabilité MOYEN (Tableau 1-28).

La vulnérabilité aux substances inorganiques de l'UPEP de Hull est donc MOYENNE selon l'indicateur E2

1.5.5.3 Vulnérabilité aux substances inorganiques du site de prélèvement de l'UPEP de Hull

Le niveau de vulnérabilité aux substances inorganiques correspond au niveau de vulnérabilité de la méthode 2 seulement et est donc MOYEN (Tableau 1-30).

Tableau 1-30 : Niveau de vulnérabilité aux substances inorganiques (indicateur E) du site de prélèvement de l'UPEP de Hull.

E2	Indicateur E
MOYEN	MOYEN

1.5.6 Vulnérabilité aux substances organiques (indicateur F)

La vulnérabilité de l'eau brute de l'UPEP aux substances organiques a été évaluée par les données de la qualité de l'eau (méthode 1) (voir section 1.5.6.1). Cependant, pour certaines substances, la limite de détection de la méthode du laboratoire, qui est standardisée, ne permettait pas de déterminer si les valeurs étaient inférieures au seuil de 20% ou 50 % de la norme applicable. Pour ces raisons, la méthode 2 a aussi été utilisée. Il s'agit d'une analyse de l'occupation du sol (potentiel de ruissellement urbain). Dans l'analyse des activités anthropiques, les activités suivantes sont aussi des sources potentielles de substances organiques : les débordements d'eaux usées, les raccordements inversés, les effluents des stations d'épuration, les rejets industriels, les sols contaminés et les sites d'entassement de neige.

1.5.6.1 Méthode 1 – indicateur F1

À l'instar de l'indicateur E1 pour les substances inorganiques, la vulnérabilité aux substances organiques (indicateur F1) des UPEP est déterminée à partir des concentrations à l'eau traitée de 32 substances

organiques règlementées à l'annexe 2 du RQEP. Le niveau de vulnérabilité du site de prélèvement est évalué selon les critères du Tableau 1-31. Selon l'article 19 du RQEP, les responsables d'un système de distribution alimentant plus de 5 000 personnes sont assujettis au suivi trimestriel des substances organiques (Gouvernement du Québec, 2019). Il est à noter que la Ville de Gatineau bénéficie d'un suivi allégé trimestriel aux trois ans pour l'analyse des substances organiques. En effet, le RQEP prévoit une exemption lorsque l'historique des résultats d'analyse démontre des résultats très en dessous des limites minimales prévues au règlement.

Tableau 1-31 : Critères du RPEP permettant de déterminer le niveau de vulnérabilité d'un site de prélèvement aux substances organiques (indicateur F1) (Gouvernement du Québec, 2014).

Résultats obtenus pour <u>au moins</u> une substance	Niveau de vulnérabilité
Deux résultats \geq 50 % de la norme applicable	Élevé
Deux résultats entre 20 % et 50 % de la norme applicable, OU un résultat entre 20 % et 50 % et un résultat \geq 50 % de la norme applicable	Moyen
Tous les autres cas	Faible

Pour l'ensemble des substances analysées, les échantillons contenaient une concentration de celles-ci inférieure à 20% de la norme applicable, sauf pour : l'atrazine et ses métabolites, le benzo(a)pyrène et le chlorure de vinyle (Tableau 1-32). Pour ces substances, la limite de détection de la méthode du laboratoire, qui est standardisée, ne permettait pas de déterminer si les valeurs étaient inférieures au seuil de 20% de la norme et dans le cas du benzo(a)pyrène inférieures à 50% de cette norme. Pour l'atrazine, un changement de laboratoire au printemps 2018, utilisant une méthode d'analyse ayant un seuil de détection plus bas, a permis de constater que les résultats sont en fait sous forme de traces à peine détectables.

Tableau 1-32 : Évaluation de la vulnérabilité aux substances organiques à partir des concentrations mesurées dans l'eau potable entre 2015 et 2019.

Paramètre	Concentration maximale détectée durant les cinq années consécutives de suivi ($\mu\text{g/L}$) (nombre d'échantillons)	Norme RQEP ($\mu\text{g/L}$)	Nombre d'échantillons dont la concentration est supérieure à 50 % de la norme	Nombre d'échantillons dont la concentration est comprise entre 20 % et 50 % de la norme
Atrazine et ses métabolites	<1,2 (8)	3,5	0	na
Benzène	<0,1 (8)	0,5	0	0
Benzo(a)pyrène	<0,006 (8)	0,01	na	na
Carbaryl	<0,4 (8)	70	0	0
Carbofurane	<0,3 (8)	70	0	0
Chlorpyrifos	<0,1 (8)	70	0	0

Paramètre	Concentration maximale détectée durant les cinq années consécutives de suivi (µg/L) (nombre d'échantillons)	Norme RQEP (µg/L)	Nombre d'échantillons dont la concentration est supérieure à 50 % de la norme	Nombre d'échantillons dont la concentration est comprise entre 20 % et 50 % de la norme
Chlorure de vinyle	<0,5 (8)	2	0	na
Diazinon	<0,2 (8)	14	0	0
Dicamba	<1 (8)	85	0	0
Dichloro-1,1 éthylène	<0,1 (8)	10	0	0
Dichloro-1,2 benzène	<0,1 (8)	150	0	0
Dichloro-1,2 éthane	<0,1 (8)	5	0	0
Dichloro-1,4 benzène	<0,1 (8)	5	0	0
Dichloro-2,4 phénol	<0,1 (8)	700	0	0
Dichloro-2,4 phénoxyacétique, acide (2,4-D)	<0,4 (8)	70	0	0
Dichlorométhane	<2 (8)	50	0	0
Diquat	<1,0 (8)	50	0	0
Diuron	<4 (8)	110	0	0
Glyphosate	<10 (8)	210	0	0
Métolachlore	<0,4 (8)	35	0	0
Métribuzine	<0,4 (8)	60	0	0
Monochlorobenzène	<0,1 (8)	60	0	0
Paraquat (en dichlorures)	<1,00 (8)	7	0	0
Pentachlorophénol	<0,1 (8)	42	0	0
Piclorame	<0,1 (8)	140	0	0
Simazine	<0,4 (8)	9	0	0
Tétrachloro-2,3,4,6 phénol	<0,1 (8)	70	0	0
Tétrachloroéthène	<0,1 (8)	25	0	0
Tétrachlorure de carbone	<0,1 (8)	5	0	0
Trichloro-2,4,6 phénol	0,47 (8)	5	0	0
Trichloroéthylène	<0,1 (8)	5	0	0
Trifluraline	<0,4 (8)	35	0	0

na : non applicable (la limite de détection de la méthode utilisée en laboratoire est supérieure au seuil de 20% ou 50% de la norme applicable)

1.5.6.2 Méthode 2 — Indicateur F2

La vulnérabilité aux substances organiques a donc été évaluée selon les usages anthropiques (indicateur F2) présents dans l'aire de protection intermédiaire, c'est-à-dire dans la bande de 120 m en

amont du site de prélèvement. Il s'agit de la même démarche que celle réalisée pour la méthode E2 pour les substances inorganiques.

La vulnérabilité aux substances organiques de l'UPEP de Hull est donc MOYENNE selon l'indicateur F2

1.5.6.3 Vulnérabilité aux substances organiques du site de prélèvement de l'UPEP de Hull

Le niveau de vulnérabilité aux substances organiques correspond au niveau de vulnérabilité de la méthode 2 seulement et est donc **MOYEN** (Tableau 1-33).

Tableau 1-33 : Niveau de vulnérabilité aux substances organiques (indicateur F) du site de prélèvement de l'UPEP de Hull.

F2	Indicateur F
MOYEN	MOYEN

1.5.7 Bilan des indicateurs de vulnérabilité

Un bilan des niveaux de vulnérabilité du site de prélèvement de l'UPEP de Hull est présenté pour chaque indicateur au Tableau 1-34.

Tableau 1-34 : Bilan des niveaux de vulnérabilité du site de prélèvement de l'UPEP de Hull.

Indicateurs de vulnérabilité		Méthode principale (méthode 1)	Autres méthodes		Niveau de vulnérabilité final *
			(méthode 2)	(méthode 3)	
A	Physique	MOYEN	ÉLEVÉ	na	ÉLEVÉ
B	Microorganismes	FAIBLE	na	na	MOYEN
		MOYEN**		na	
C	Matières fertilisantes	FAIBLE	FAIBLE	na	FAIBLE
D	Turbidité	FAIBLE	na	na	FAIBLE
E	Substances inorganiques	Na	MOYEN	na	MOYEN
F	Substances organiques	Na	MOYEN	na	MOYEN

na : non applicable

* correspond au niveau de vulnérabilité le plus élevé parmi les différentes analyses réalisées

** résultats des analyses complémentaires pour la méthode B1

CONCLUSIONS

Ce rapport présente la première analyse de la vulnérabilité du site de prélèvement de l'UPEP de Hull requise par le RPEP.

La délimitation des aires de protection immédiate, intermédiaire et éloignée du site de prélèvement a été réalisée par l'ABV des 7.

Les indicateurs de la vulnérabilité de l'UPEP de Hull sont évalués et les causes probables pouvant expliquer les niveaux de vulnérabilité moyens et élevés ont été identifiées au Tableau 1-35.

Tableau 1-35 : Bilan des causes probables des problèmes identifiés.

Indicateur	Niveau de vulnérabilité	Causes probables
Vulnérabilité physique	Élevé	Les inondations et les changements climatiques.
Vulnérabilité aux microorganismes	Moyen	Les effluents des stations d'épuration, les débordements d'eaux usées, les effluents des raccordements inversés, l'eau de la rivière des Outaouais et d'autres sources inconnues (possiblement le ruissellement urbain).
Vulnérabilité aux substances inorganiques	Moyen	Les effluents des stations d'épuration, les débordements d'eaux usées, les effluents des raccordements inversés, le ruissellement urbain, les sites d'entassement de neige et les sols contaminés.
Vulnérabilité aux substances organiques	Moyen	Les effluents des stations d'épuration, les débordements d'eaux usées, les effluents des raccordements inversés, le ruissellement urbain, les sites d'entassement de neige et les sols contaminés.

L'inventaire complet des menaces a été dressé dans les aires de protection immédiate et intermédiaire. Afin d'évaluer le potentiel de risque des activités anthropiques principales et des événements potentiels, la méthodologie développée par Polytechnique Montréal dans les bassins de drainage urbain a été suivie.

Le niveau de potentiel de risque à la qualité de l'eau a été évalué pour les activités anthropiques suivantes :

- les rejets de substances radioactives
- les rejets des STEP
- les rejets de débordements d'eaux usées
- les rejets de raccordements inversés
- les rejets d'installations industrielles
- les rejets des sites contaminés
- les sites d'entassement de neige.

Le potentiel de risque a été évalué pour les événements potentiels suivants :

- déversement accidentel de matières dangereuses entreposées dans les BDU
- déversement accidentel de substances radioactives entreposées par les Laboratoires de Chalk River
- déversement accidentel de matières dangereuses en circulation dans les corridors de transport
- déversement accidentel de matières dangereuses en circulation par camion

- déversement accidentel de matières dangereuses en circulation par train
- effondrement d'une conduite d'eaux usées
- déversement accidentel d'hydrocarbures en circulation par bateau de plaisance
- déversement accidentel d'eaux usées en circulation par bateau de plaisance
- déversement accidentel d'uranium liquide hautement enrichi en circulation par camion (dans l'aire éloignée)
- rupture des oléoducs traversant la rivière des Outaouais

Les affectations du territoire dans lesquelles les activités permises représenteraient un risque pour la qualité des eaux exploitées par le prélèvement ont été répertoriées. De plus, les affectations du territoire qui contribuent à la protection de la source d'eau exploitée par le prélèvement ont également été inventoriées.

Un plan d'action avec des recommandations sera développé à partir des conclusions de ce rapport.

RÉFÉRENCES

- Arnone, R. D., & Walling, J. P. (2006). Evaluating Cryptosporidium and Giardia concentrations in combined sewer overflow. *Journal of Water and Health*, 4(2), 157-165. Tiré de <http://www.iwaponline.com/jwh/004/0157/0040157.pdf>
- Association Béton québec. (2016). Guide des bonnes pratiques environnementale des usines de BPE, comité environnement et développement durable de l'Association béton Québec, p.. 5-17.
- Atherholt, T. B., LeChevallier, M. W., Norton, W. D., & Rosen, J. S. (1998). Effect of rainfall of Giardia and Crypto. *Journal American Water Works Association*, 90(9), 66-80. Tiré de <http://proquest.umi.com/pqdlink?index=8&did=34272417&SrchMode=3&sid=1&Fmt=6&VInst=PROD&VType=PQD&RQT=309&VName=PQD&TS=1155816838&clientId=43390>
- Auld, H., MacIver, D., & Klaassen, J. (2004). Heavy rainfall and waterborne disease outbreaks: the Walkerton example. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A*, 67(20), 1879-1887. Tiré de <http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/15287390490493475>
- Australian Government, National Health and Medical Research Council (NHMRC), & Natural Resource Management Ministerial Council (NRMCC). (2016). National water quality management strategy. Australian drinking water guidelines 6 - 2011 National water quality management strategy (vol. 3.3, p. 1163). Australia: The Australian Drinking Water Guidelines (the ADWG).
- Bartholomew, N., Brunton, C., Mitchell, P., Williamson, J., & Gilpin, B. (2014). A waterborne outbreak of campylobacteriosis in the South Island of New Zealand due to a failure to implement a multi-barrier approach. *Journal of Water and Health*, 12(3), 555-563. doi:10.2166/wh.2014.155
- Bureau de la sécurité civile. (2017). Étude de vulnérabilité pour la Ville de Gatineau, p.. 91-102
- Cann, K. F., Thomas, D. R., Salmon, R. L., Wyn-Jones, A. P., & Kay, D. (2013). Extreme water-related weather events and waterborne disease. *Epidemiology and Infection*, 141(4), 671-686. doi:10.1017/S0950268812001653
- Centre d'expertise hydrique du Québec (CEHQ). (2015). Atlas hydroclimatique du Québec méridional - Impact des changements climatiques sur les régimes de crue, d'étiage et d'hydraulicité à l'horizon 2050. Québec, QC, Canada: Gouvernement du Québec. Tiré de www.cehq.gouv.qc.ca
- CNESST, page consultée le 19 octobre 2020, Répertoire toxicologique de la CNESST - Fiche complète - Hygiène et sécurité - Chlore (Numéro CAS : 7782-50-5), [En ligne], URL: https://www.csst.qc.ca/prevention/reptox/pages/fiche-complete.aspx?no_produit=2691
- Comité de santé environnementale du Québec. (2000). Les Risques à la santé associés aux activités de production animale, 111 p.
- Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN). (2017). Évaluation de la pertinence d'ajouter les radionucléides comme produits chimiques sources de préoccupations mutuelles à l'annexe 3 de l'Accord Canada – États-Unis relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs

91. Tiré de <https://nuclearsafety.gc.ca/fra/resources/health/radionuclides-chemical-of-mutual-concern.cfm?pedisable=true>
- Craun, G. F., Nwachuku, N., Calderon, R. L., & Craun, M. F. (2002). Outbreaks in drinking-water systems, 1991-1998. *Journal of Environmental Health*, 65(1), 16-23. Tiré de <http://web.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=3&hid=17&sid=ad4aabea-cd36-426b-8382-5475b044f777%40sessionmgr12>
- Craun, G. F., Brunkard, J. M., Yoder, J. S., Roberts, V. A., Carpenter, J., Wade, T., . . . Roy, S. L. (2010). Causes of outbreaks associated with drinking water in the United States from 1971 to 2006. *Clinical Microbiology Reviews*, 23(3), 507-528. doi:10.1128/cmr.00077-09
- Craun, G. F. (2012). The importance of waterborne disease outbreak surveillance in the United States. *Annali dell'Istituto Superiore di Sanità*, 48(4), 447-459. doi:10.4415/ANN_12_04_11
- Curriero, F. C., Patz, J. A., Rose, J. B., & Lele, S. (2001). The association between extreme precipitation and waterborne disease outbreaks in the United States, 1948-1994. *American Journal of Public Health*, 91(8), 1194-1199. Tiré de <http://ajph.aphapublications.org/cgi/reprint/91/8/1194>
- Direction de l'expertise hydrique. (2018). Document d'accompagnement de l'Atlas hydroclimatique du Québec méridional. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, 34 p.
- Environnement et Changement climatique Canada. (2019). Examen de la gouvernance, des données existantes, des indicateurs potentiels et des valeurs dans le bassin versant de la rivière des Outaouais. 269 p.
- Environnement et Changement climatique Canada (ECCC), Page consultée le 16 septembre 2020, Les dix événements météorologiques les plus marquants au Canada en 2019 - Une nouvelle crue record de la rivière des Outaouais, [En ligne], URL: <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/dix-evenements-meteorologiques-plus-marquants/2019.html>
- Gangbazo, G. (2011). Guide pour l'élaboration d'un plan directeur de l'eau: Un manuel pour assister les organismes de bassin versant du Québec dans la planification de la gestion intégrée des ressources en eau. Québec, Canada: Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP). Tiré de <http://www.mddep.gouv.qc.ca/>
- Gibson III, C. J., Stadterman, K. L., States, S., & Sykora, J. (1998). Combined sewer overflows: A source of Cryptosporidium and Giardia? *Water Science and Technology*, 38(12), 67-72. Tiré de <http://www.iwaponline.com/wst/03812/0067/038120067.pdf>
- Google. (2020). Google Earth Pro (version 7.3.3.7699) [Logiciel]. URL: <https://www.google.fr/earth/download/gep/agree.html>
- Gouvernement du Canada. (2013). Évaluation scientifique des effets des effluents d'eaux usées municipales: sommaire et mise à jour, [En ligne], URL : <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/eaux-usees/documents-reference/evaluation-scientifique-effluents-municipales.html>
- Gouvernement du Canada. (2018). Règlement sur les urgences environnementales (Publication no DORS/2003-307). Tiré de <http://lois-laws.justice.gc.ca/>

- Gouvernement du Canada, Page consultée le 22 octobre 2020. T-4-93-Normes relatives à l'innocuité des engrais et des suppléments, [En ligne], URL : <https://www.inspection.gc.ca/protection-des-vegetaux/engrais/circulaires-a-la-profession/t-4-93/fra/1305611387327/1305611547479>
- Gouvernement du Canada, Page consultée le 20 mars 2020 b, Pollution de l'eau : érosion et sédimentation, [En ligne], URL : <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/eau-aperçu/pollution-causes-effects/erosion-sedimentation.html>
- Gouvernement du Canada, Page consultée le 21 avril 2020 c, Sources de pollution : traitement des métaux et des minéraux, [En ligne], URL : <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/gestion-pollution/sources-industrie/traitement-metaux-mineraux.html>
- Gouvernement du Canada, Page consultée le 23 avril 2020 d, Munitions au plomb : résumé, [En ligne], URL : <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/gestion-substances-toxiques/liste-loi-canadienne-protection-environnement/plomb/utilisation-croissante-munitions-sans-plomb/munitions-plomb-resume.html>
- Gouvernement du Canada, Page consultée le 28 avril 2020 e. Chloration de l'eau potable, [En ligne], URL : <https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/vie-saine/votre-sante-vous/environnement/chloration-eau-potable.html>
- Gouvernement du Canada, Page consultée le 6 janvier 2021. Données de débit quotidien pour OTTAWA RIVER AT BRITANNIA (02KF005) [ON], [En ligne], URL : https://eau.ec.gc.ca/report/historical_f.html?stn=02KF005&page=historical&mode=Table&dataType=Daily¶meterType=Flow&year=2019&start_year=1850&end_year=2021
- Gouvernement du Québec. (2014). Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection. Tiré de http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=3&file=/Q_2/Q2R35_2.HTM
- Gouvernement du Québec. (2019). Règlement sur la qualité de l'eau potable (Publication no Chapitre Q-2, r.40). Québec, Canada: Éditeur officiel du Québec
- Gouvernement du Québec, Page consultée le 27 octobre 2020. Guide d'aménagement des lieux d'élimination de neige et mise en œuvre du Règlement sur les lieux d'élimination de neige, [en ligne], URL : http://www.cgfv.gouv.qc.ca/matieres/neiges_usees/gestion_partie1chap2.htm#source-contamination
- Government of New Zealand. (2016). Guidelines for drinking-water quality management for New Zealand. Wellington, New Zealand: Ministry of Health. Tiré de <http://www.health.govt.nz/>
- Guzman-Herrador, B., Carlander, A., Ethelberg, S., Freiesleben de Blasio, B., Kuusi, M., Lund, V., . . . Nygard, K. (2015). Waterborne outbreaks in the Nordic countries, 1998 to 2012. *Eurosurveillance*, 20(24), 1-10. Tiré de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26111239>

- Hart, A. et S. Casper. 2004. Potential groundwater pollutants from cemeteries, Environment Agency UK, 35 p.
- Health Canada. (2010). Guidelines for Canadian drinking water quality: summary table. Ottawa, Ontario, Canada: Federal-Provincial-Territorial Committee on Drinking Water of the Federal-Provincial-Territorial Committee on Health and the Environment. Tiré de http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/alt_formats/hecs-sesc/pdf/pubs/water-eau/2010-sum_guide-res_recom/sum_guide-res_recom-eng.pdf
- Health Canada. (2013). Guidance for providing safe drinking water in areas of federal jurisdiction (Version 2) (p. 75): Minister of Health.
- Howard, K.W.F. et J. Haynes. (1993). Groundwater Contamination due to Road De-icing Chemicals – Salt Balance Implications. *Geoscience Canada*. 20(1) : 1-8.
- Hrudey, S. E., & Hrudey, E. J. (2004). Safe drinking water. Lessons from recent outbreaks in affluent nations. London, United Kingdom: International Water Association Publishing.
- Jagai, J. S., Li, Q., Wang, S., Messier, K. P., Wade, T. J., & Hilborn, E. D. (2015). Extreme precipitation and emergency room visits for gastrointestinal illness in areas with and without combined sewer systems: An analysis of Massachusetts data, 2003-2007. *Environmental Health Perspectives*, 873-879. doi:10.1289/ehp.1408971
- JFSA. (2013). Plan directeur d'égout sanitaire phase II – analyse macro/ tome III surverses/ volume 1- Aylmer et Hull, rapport préparé pour le Service d'infrastructures de la Ville de Gatineau, 220 p.
- Kistemann, T., Classen, T., Koch, C., Dangendorf, F., Fischeder, R., Gebel, J., . . . Exner, M. (2002). Microbial load of drinking water reservoir tributaries during extreme rainfall and runoff. *Applied and Environmental Microbiology*, 68(5), 2188-2197. Tiré de <http://aem.asm.org/cgi/reprint/68/5/2188>
- Langevin R., H. L'Écuyer, R. Paré et N. Lafontaine. (2008). Méthodologie d'évaluation des cas d'érosion du réseau routier dans les forêts aménagées du Québec, Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, 20 p.
- Lindsay, M. (2018). La gestion des eaux usées dans l'industrie de l'abattage de bovin, de porc et de volaille au Québec. Essai présenté au Centre universitaire de formation en environnement et développement durable en vue de l'obtention du grade de maître en environnement (M. Env.). Université de Sherbrooke, 86 p.
- Madoux-Humery, A.-S., Dorner, S., Sauvé, S., Aboufadi, K., Galarneau, M., Servais, P., & Prévost, M. (2013). Temporal variability of combined sewer overflow contaminants: Evaluation of wastewater micropollutants as tracers of fecal contamination. *Water Research*, 47(13), 4370-4382. doi:10.1016/j.watres.2013.04.030
- Martin, A. (2011). Analyse des impacts environnementaux des différentes méthodes de disposition des corps au Québec, Université de Sherbrooke, Sherbrooke, 89 p.
- McQuaid, N., Madoux-Humery, A.-S., Touttée, J.-M., Dorner, S., & Prévost, M. (2019). Fiche technique n° 2. Évaluation du potentiel de risque associé aux débordements d'eaux usées (DEU). Ville de Montréal. Montréal, QC, Canada: CREDEAU, Polytechnique.

- McQuaid, N., Madoux-Humery, A.-S., Dorner, S., & Prévost, M. (2019a). Analyse de la vulnérabilité des prises d'eau de surface en milieu urbain - Généralités et développement de la méthodologie d'analyse. Ville de Montréal. Montréal, QC, Canada: CREDEAU, Polytechnique Montréal.
- McQuaid, N., Madoux-Humery, A.-S., Dorner, S., & Prévost, M. (2019b). Fiche technique n° 3. Évaluation du potentiel de risque associé à des rejets récurrents d'origine industrielle. Ville de Montréal. Montréal, QC, Canada: CREDEAU, Polytechnique Montréal.
- McQuaid, N., Madoux-Humery, A.-S., Dorner, S., & Prévost, M. (2019c). Fiche technique n° 4. Évaluation du potentiel de risque associé à la pollution diffuse. Ville de Montréal. Montréal, QC, Canada: CREDEAU, Polytechnique Montréal.
- McQuaid, N., Madoux-Humery, A.-S., Dorner, S., & Prévost, M. (2019d). Fiche technique n° 5. Évaluation du potentiel de risque associé aux déversements accidentels de matières dangereuses entreposées. Ville de Montréal. Montréal, QC, Canada: CREDEAU, Polytechnique Montréal.
- McQuaid, N., Madoux-Humery, A.-S., Dorner, S., & Prévost, M. (2019e). Fiche technique n° 6. Évaluation du potentiel de risque associé aux déversements accidentels de matières dangereuses en circulation. Ville de Montréal. Montréal, QC, Canada: CREDEAU, Polytechnique Montréal.
- McQuaid, N., Madoux-Humery, A.-S., Dorner, S., & Prévost, M. (2019f). Fiche technique n° 1. Évaluation du potentiel de risque microbien associé aux rejets de stations d'épuration des eaux usées (STEP). Ville de Montréal. Montréal, QC, Canada: CREDEAU, Polytechnique Montréal.
- Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ), Page consulté le 17 mars 2020. Gestion de l'eau, [En ligne], URL : <https://www.mapaq.gouv.qc.ca/fr/Productions/Agroenvironnement/sol-eau/eau/Pages/Eau.aspx>
- Ministère de l'Environnement de la Protection de la nature et des Parcs de l'Ontario, page consultée le 9 septembre 2020, Les offices de protection de la nature, [En ligne], URL: <https://www.ontario.ca/fr/page/les-offices-de-protection-de-la-nature>
- Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC). (2018). Guide de réalisation des analyses de la vulnérabilité des sources destinées à l'alimentation en eau potable au Québec. Québec, Canada: Gouvernement du Québec. Tiré de <http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/prelevements/guide-analyse-vulnerabilite-des-sources.pdf>
- Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC). (2020). Guide d'aménagement des lieux d'élimination de neige et mise en oeuvre du Règlement sur les lieux d'élimination de neige - Chapitre 2. Qualité de la neige en milieu urbain, [En ligne], URL : http://www.cgfv.gouv.qc.ca/matieres/neiges_usees/gestion_partie1chap2.htm
- Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC), Page consultée le 17 mars 2020b. Aquaculture, Impact des activités aquacoles sur l'environnement, [En ligne], URL : http://www.environnement.gouv.qc.ca/milieu_agri/aquacole/index.htm

- Ministère des Ressources naturelles (MRN). (1997). L'aménagement des ponts et des ponceaux dans le milieu forestier, 146 p.
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP). (2012). Les fabriques de pâtes et papiers au Québec – Procédés, rejets et réglementation, 14 p.
- Ministère du Développement Durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC). (2015). Portrait sommaire du bassin versant de la rivière des Outaouais. Québec, QC, Canada: Direction générale des politiques de l'eau. Tiré de <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/bassinversant/bassins/outaouais/portrait-sommaire.pdf>
- Ministère du Développement Durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC). (2015 b). Lignes directrices sur l'industrie du sciage et des matériaux dérivés du bois – Élément d'analyse pour l'autorisation et le contrôle, 41p.
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC). (2017). Guide de conception des installations de production d'eau potable. Québec, Canada: Gouvernement du Québec. Tiré de <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/potable/guide/index.htm>
- Mochon, A., Page consultée le 5 mai 2020. Les bernaches et l'opération d'une plage : une cohabitation pas toujours propre..., [En ligne], URL : <https://www.sepaq.com/parcs-quebec/blogue/article.dot?id=1ef15fb8-5411-4caf-979a-360249c268eb>
- Nygaard, K., Wahl, E., Krogh, T., Tveit, O. A., Bohleng, E., Tverdal, A., & Aavitsland, P. (2007). Breaks and maintenance work in the water distribution systems and gastrointestinal illness: a cohort study. *International of Journal Epidemiology*, 36(4), 873-880. Tiré de <http://ije.oxfordjournals.org/cgi/reprint/dym029v2>
- Organisation Mondiale de la Santé (OMS). (2017). Directives de qualité pour l'eau de boisson: 4e édition. Intégrant le premier additif.
- Passerat, J., Ouattara, N. K., Mouchel, J.-M., Rocher, V., & Servais, P. (2011). Impact of an intense combined sewer overflow event on the microbiological water quality of the Seine River. *Water Research*, 45(2), 893-903. Tiré de http://www.sciencedirect.com/science?_ob=MIimg&_imagekey=B6V73-514BPDH-2-S&_cdi=5831&_user=2101137&_pii=S0043135410006780&_origin=&_coverDate=01%2F31%2F2011&_sk=999549997&_view=c&_wchp=dGLzVzb-zSkWI&_md5=4b012a942ac0747e345df91eb3d664dd&_ie=/sdarticle.pdf
- Prévost, M., Madoux-Humery, A.-S., & Dorner, S. (2017). Mesures de protection des prélèvements d'eau de surface effectués à des fins de consommation humaine : aires de protection et vulnérabilité des sources. *Revue bibliographique*. Montréal, QC, Canada: Polytechnique Montréal.
- Redondo-Hasselerharm, P.E., V.N. de Ruijter, S.M. Mintenig, A. Verschoor et A.A. Koelmans. (2018). Ingestion and chronic effects of car tire tread particles on freshwater benthic macroinvertebrates. *Environmental Science & Technology*. 52 : 13986-13994.

- Régie de l'énergie du Canada, Page consultée le 10 juillet 2020, Carte interactive des pipelines, [En ligne], URL : <https://www.cer-rec.gc.ca/sftnvrnmnt/ndstrprfrmnc/dshbrd/mp/index-fra.html>
- Robitaille, J. (1999). Bilan régional. Portion Lac des Deux Montagnes. Zone d'intervention prioritaire 24. Centre Saint-Laurent.
- Santé Canada. (1998). Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada : document technique - aluminium. p.4-5.
- Santé Canada. (2013). Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada : Document technique – L'ammoniac. Rapport préparé par le Comité fédéral-provincial-territorial sur l'eau potable du Comité fédéral-provincial-territorial sur la santé et l'environnement, 48 p.
- Santé Canada. (2017). Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada. Tableau sommaire. Comité fédéral-provincial-territorial sur l'eau potable du Comité fédéral-provincial-territorial sur la santé et l'environnement. Tiré de https://www.canada.ca/content/dam/hc-sc/migration/hc-sc/ewh-semt/alt_formats/pdf/pubs/water-eau/sum_guide-res_recom/sum_guide-res_recom-fra.pdf
- Santé Canada. (2019). Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada – Tableau sommaire. Bureau de la qualité de l'eau et de l'air, Direction générale de la santé environnementale et de la sécurité des consommateurs, 27 p.
- Sentinelles Outaouais. (2006). Bilan de la sentinelle sur la rivière des Outaouais. Numéro 1 : Écologie et répercussions, 81 p.
- Signor, R. S., Roser, D. J., Ashbolt, N. J., & Ball, J. E. (2005). Quantifying the impact of runoff events on microbiological contaminant concentrations entering surface drinking source waters. *Journal of Water and Health*, 3(4), 453-468. Tiré de <http://www.iwaponline.com/jwh/003/0453/0030453.pdf>
- SIMO Management Inc. (2018). Recherche de raccords inversés – Lot 1 (Rapport : 1808219). Rapport préparé pour la ville de Gatineau, 28 p.
- Sylvestre, É., Autixier, L., McQuaid, N., Prévost, M., & Dorner, S. (2015). Calcul des indices de vulnérabilité du RPEP dans neuf usines de filtration de la grande région de Montréal. Montréal, QC, Canada: Polytechnique Montréal. Tiré de Publications_Confidentielles
- United States Environmental Protection Agency (USEPA). (2004). Report to Congress on impacts and control of combined sewer overflows and sanitary sewer overflows. Washington, DC, USA: Office of Water. Tiré de http://cfpub.epa.gov/npdes/cso/cpolicy_report2004.cfm
- Ville de Gatineau. (2020 a). Règlement de plan d'urbanisme numéro 500 – Compilation administrative au 2 mars 2020, p. 1.55 - 1.60 / 2.115 - 2.118.
- Ville de Gatineau (2020 b). Règlement de zonage numéro 502-2005 – Compilation administrative au 2 mars 2020, 815 p.
- Ville de Gatineau. (2020 c). Règlement de plan d'urbanisme numéro 500 – Compilation administrative au 22 décembre 2020. p. 1.13 / 1.57-1.60.

- Ville d'Ottawa, Page consultée le 9 mars 2020 a, Purification, qualité et distribution de l'eau potable, [En ligne], URL : <https://ottawa.ca/fr/vivre-ottawa/eau/eau-potable/purification-qualite-et-distribution-de-leau-potable>
- Ville d'Ottawa, Page consultée le 9 mars 2020 b, Collecte et traitement des eaux usées, [En ligne], URL : <https://ottawa.ca/fr/vivre-ottawa/eau/eaux-usees-et-egouts/collecte-et-traitement-des-eaux-usees#traitement-des-eaux-usees>
- Water Services Association of Australia (WSAA). (2015). Drinking water source assessment and treatment requirements. Manual for the application of health-based treatment targets (Rapport no WSA 202—2015-1.2). Tiré de https://www.wsaa.asn.au/sites/default/files/publication/download/Health%20Based%20Targets%20Manual_0.pdf
- World Health Organisation (WHO). (2016a). Protecting surface water for health. Identifying, assessing and managing drinking-water quality risks in surface-water catchments. Geneva, Switzerland: Tiré de http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/pswh/en/
- World Health Organisation (WHO). (2016b). Quantitative microbial risk assessment: Application for water safety management. Geneva, Switzerland
- World Health Organization (WHO). (2017). Guidelines for drinking-water quality: fourth edition incorporating the first addendum, p.. 408-409.
- WSP Canada Inc. (2017). Audit quinquennal - Usine de production d'eau potable de Hull, rapport remis à la ville de Gatineau, 101 p.
- Young, I., Smith, B. A., & Fazil, A. (2015). A systematic review and meta-analysis of the effects of extreme weather events and other weather-related variables on *Cryptosporidium* and *Giardia* in fresh surface waters. *Journal of Water and Health*, 13(1), 1-17. doi:10.2166/wh.2014.079

