

Synthèse des ressources en eau dans la MRC Brome-Missisquoi

RAPPORT PRÉLIMINAIRE



Institut national
de la recherche
scientifique

INRS.CA

© INRS, Centre - Eau Terre Environnement, 2023
Tous droits réservés

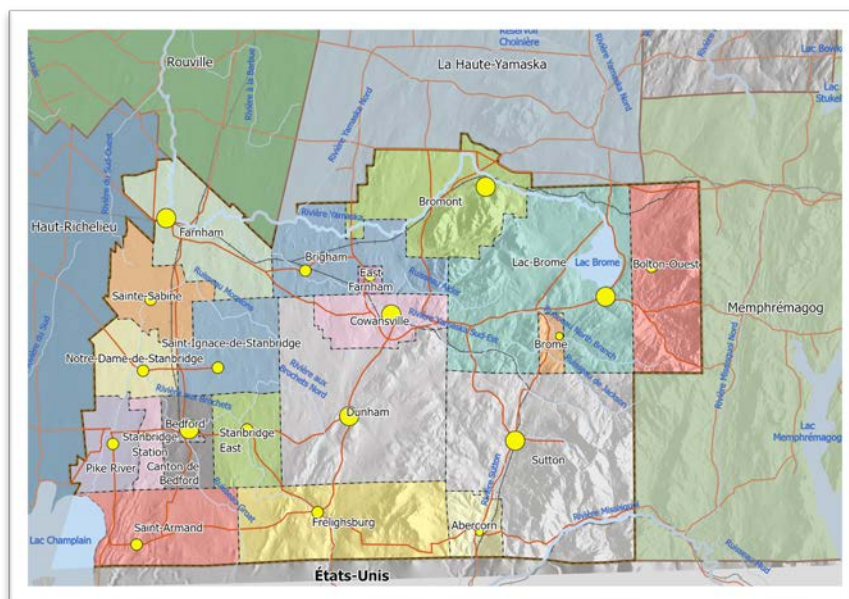
ISBN : 978-2-925559-04-7 (version numérique)

Dépôt légal - Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2025
Dépôt légal - Bibliothèque et Archives Canada, 2025

Synthèse des ressources en eau dans la MRC Brome-Missisquoi

Rapport préliminaire

Anabelle Marchessault, Emeline Di Pasquale,
François Huchet et René Lefebvre



Institut national de la recherche scientifique
Centre Eau Terre Environnement (INRS-ETE)

Rapport de recherche R2209
Décembre 2023

RÉSUMÉ

Ce rapport documente une synthèse initiale des ressources en eau de la MRC Brome-Missisquoi. Cette synthèse a été réalisée à l'été et à l'automne 2023 et elle sera complétée par des travaux dont la réalisation est prévue en 2024. La synthèse des ressources en eau va servir, entre autres, à l'échange des connaissances avec les acteurs de l'eau régionaux afin d'identifier les principaux enjeux liés à l'eau qui nécessiteront des actions. Il est prévu que l'ensemble de ces actions soit intégré à un *Plan régional de gestion des ressources en eau* ayant pour but d'assurer que l'utilisation de l'eau soit durable et résiliente. Cette synthèse pourra aussi servir à l'élaboration des plans de protection des approvisionnements municipaux de la MRC.

Après une mise en contexte, la section 2 du rapport décrit sommairement les caractéristiques de la région d'étude ainsi que ses conditions climatiques et les enjeux territoriaux. La MRC Brome-Missisquoi couvre 1 680 km² et comprend 21 municipalités. Ses 67 591 habitants sont principalement répartis dans six pôles urbains (municipalités de plus de 2 500 habitants). La région connaît une forte croissance démographique avec une augmentation des ménages de 41% et de la population de 24% depuis 2001. La topographie de la région est étroitement liée aux quatre contextes hydrogéologiques du territoire, d'orientation SSW-NNE : les Appalaches (zones interne et externe), la Plate-forme du Saint-Laurent et les collines Montérégiennes. L'est du territoire, associé au contexte des Appalaches, est principalement d'occupation forestière tandis que l'ouest, en contexte des Basses-Terres, est essentiellement d'occupation agricole. La région d'étude est caractérisée par un climat de type continental humide avec des étés tempérés. Dans la partie ouest, les températures sont plus élevées et les précipitations moins abondantes que dans la partie est. Les modèles climatiques prévoient des changements (Ouranos, 2020) : hausse de la température moyenne annuelle, augmentation des redoux hivernaux, baisse des précipitations solides (neige) au détriment des précipitations liquides (pluies). Ces tendances ont déjà eu et auront encore un impact sur la ressource en eau. Le schéma d'aménagement et de développement (SAD) de la MRC Brome-Missisquoi (2008) contenait déjà plusieurs objectifs liés à l'eau ainsi que des politiques d'aménagement particulières relatives à la gestion de l'eau. Plus récemment, le Plan régional des milieux naturels (PRMN) de la MRC Brome-Missisquoi (2023a) a identifié les grands enjeux liés à l'eau. De plus, l'orientation numéro 5 du PRMN est directement liée à l'eau : « favoriser une gestion durable des ressources en eau afin d'assurer un approvisionnement en eau de qualité et en quantité suffisante ». Cette orientation implique une concertation avec les organismes de bassin versant (OBV) couvrant le territoire de la MRC, soient l'OBV Yamaska dans la partie nord et l'Organisme de bassin versant de la baie Missisquoi (OBVBM) dans la partie sud.

La section 3 représente le cœur du rapport et on y décrit les ressources en eau, d'abord de surface puis souterraine, ainsi que les conditions de la gestion régionale des ressources en eau. La quantité d'eau de surface a été évaluée à l'aide des tronçons de l'Atlas hydroclimatique liés aux prises d'eau municipales. Ainsi, les tendances du débit des cours d'eau ont pu être définies pour différents horizons futurs et scénarios climatiques par rapport à la période de référence des normales climatiques (1981-2010). Pour tous les tronçons analysés et les trois horizons (période actuelle, 2011-2040 ; futur proche, 2041-2070 ; futur lointain, 2071-2100), le débit annuel moyen augmente, le débit été-automne diminue et le débit hiver-printemps augmente, par rapport à la période de référence. Dans cette même section, la qualité de l'eau de surface a été caractérisée à l'aide de six stations de l'Atlas de l'eau et de la base de données du suivi physicochimiques du fleuve et des rivières. Ces stations ont été sélectionnées parce que les rivières qu'elles représentent sont des sources d'approvisionnement en eau de surface pour quatre municipalités (Bromont, Cowansville,

Farnham et Saint-Armand). Globalement, la qualité de l'eau est satisfaisante à bonne, sauf pour le ruisseau au Castor avant l'embouchure du lac Champlain. D'ailleurs, l'apport important en phosphore dans le lac Champlain est une problématique connue qui est considérée par les gouvernements québécois et américains.

Afin de caractériser les ressources en eau souterraine, une synthèse a été faite pour la MRC Brome-Missisquoi des travaux réalisés dans le cadre du PACES Montérégie Est. Ces travaux montrent que la « disponibilité » de l'eau souterraine est bonne puisque la recharge des nappes est relativement importante. La recharge est plus importante, plus que 205 mm/an, dans la zone interne des Appalaches et plus faible, 13 à 145 mm/an, dans le contexte des Basses-Terres. Toutefois, « l'exploitabilité » de l'eau souterraine est relativement faible dans l'aquifère régional de roc fracturé qui est généralement exploité, mais il y a localement des aquifères granulaires permettant de bons débits, comme dans la vallée de la rivière Sutton. Dans la région, il y a quelques puits d'observation du Réseau de suivi des eaux souterraines (RSESQ) du MELCCFP qui permettent le suivi du niveau des nappes. La vulnérabilité de l'aquifère rocheux régional, telle qu'évaluée avec l'indice DRASTIC, montre des zones de vulnérabilité élevée à très élevée à l'ouest du territoire de la MRC, soit dans le contexte des Basses-Terres qui est caractérisé par une utilisation agricole du territoire, alors que le reste du territoire présente une vulnérabilité intermédiaire. Au niveau de la qualité de l'eau souterraine, sur 47 échantillons prélevés dans la région d'étude, les critères de potabilité ont été excédés pour une fois (2.1%) pour l'arsenic, le fluorure et le baryum, deux fois (4.3%) pour l'uranium et 12 fois (25.5%) pour le manganèse. À noter que pour le manganèse le critère représente une recommandation faite en 2019 par Santé Canada et qui n'est pas encore intégrée aux normes provinciales.

Au niveau de la gouvernance de l'eau, les Plans directeurs de l'eau (PDE) des deux OBV couvrant la région d'étude date de 2015 et sont en révision. Ces plans ont identifié plusieurs enjeux liés aux ressources en eau. Ces enjeux touchent notamment à la qualité de l'eau de surface affectée par diverses sources de pollution. Les PDE comprennent des actions visant à réduire les causes de ces pollutions, et soulignent aussi la nécessité d'assurer la protection des prises d'eau potable, ce qui pourrait être réalisé grâce aux Plans de protection à développer à la suite des analyses de vulnérabilité des sources complétées en 2021 pour les approvisionnements municipaux de catégorie 1 (desservants plus de 500 personnes et au moins une résidence).

La section 4 décrit les usages de l'eau dans la MRC Brome-Missisquoi. D'abord, une estimation est faite à l'échelle municipale des différents types d'usage de l'eau (résidentiel, agricole, industriel-commercial-institutionnel) et de leur source (eau de surface ou souterraine). L'estimation basée sur les données de 2010 qui a été faite dans le cadre du PACES Montérégie Est a été actualisée avec les données de 2022 et une projection a été faite pour les conditions prévisibles en 2031, notamment la croissance démographique. Une estimation a aussi été faite de l'impact de la population saisonnière sur l'usage de l'eau pour 2022. Pour 2022, l'usage total de l'eau dans la MRC est estimé à 18.2 Mm³/an, dont 10.5 Mm³/an provient de l'eau de surface et 7.7 Mm³/an de l'eau souterraine. Au niveau de l'usage total de l'eau, ce sont les usages industriel-commercial-institutionnel (ICI) qui utilisent le plus d'eau avec des prélèvements de 10.7 Mm³/an, suivi des usages résidentiels servis par un réseau à 4.2 Mm³/an, les usages résidentiels hors réseau à 2.0 Mm³/an et les usages agricoles à 1.3 Mm³/an. Pour l'eau souterraine, la proportion d'usage par rapport à la recharge des nappes a été évaluée pour toutes les municipalités. Cette proportion est très généralement sous 5%, ce qui indique une exploitation durable. Toutefois, pour trois municipalités (le Canton de Bedford, Pike River et Stanbridge Station) mais une évaluation plus détaillée devrait être réalisée en utilisant des limites naturelles afin d'évaluer adéquatement le niveau d'usage par rapport à la recharge.

Enfin, les approvisionnements municipaux de catégorie 1 sont décrits sur la base des rapports des analyses de vulnérabilité (RAV) des sources qui ont été produits en 2021. Cette synthèse couvre ainsi les municipalités de Bromont, Cowansville et Farnham. Les enjeux de protection reliés à la quantité et à la qualité d'eau sont aussi inventoriés pour l'ensemble des municipalités sur la base d'une compilation faite par la MRC Brome-Missisquoi. Aussi, les principales menaces à considérer pour la gestion des aires de protection des approvisionnements municipaux ainsi que les principales recommandations des RAV sont résumées pour les municipalités de Bedford (Ville), Saint-Armand, Bromont, Cowansville, Farnham, Lac-Brome et Sutton.

TABLE DES MATIÈRES

1	Introduction.....	1
1.1	Contexte	1
1.2	Objectif.....	2
2	Description de la région d'étude	3
2.1	Caractéristiques générales.....	3
2.2	Éléments climatiques	5
2.3	Enjeux territoriaux	8
3	Ressources en eau.....	13
3.1	Ressources en eau de surface	13
3.2	Ressources en eau souterraine.....	26
3.3	Gestion régionale des ressources en eau	34
4	Usages de l'eau	40
4.1	Estimation des usages de l'eau.....	40
4.2	Approvisionnement en eau municipal.....	49
5	Travaux futurs.....	64
6	Références.....	65

LISTE DES ANNEXES

Les annexes ont été soumises en format électronique et contiennent tous les fichiers utilisés pour produire les résultats documentés dans le présent rapport. Les annexes 1 et 2 sont aussi présentées à la fin du rapport.

Annexe 1 – Liste des cartes et des références associées

Présentée à la fin du rapport et en version électronique

Annexe 2 – Cartes

Présentées à la fin du rapport et en version électronique

Annexe 3 – Tendances hydroclimatiques des cours d'eau d'intérêt sélectionnés

Disponibles en version électronique seulement

Annexe 4 – IQBP6 et paramètres des stations sélectionnées

Disponibles en version électronique seulement

Annexe 5 – Estimation préliminaire des usages de l'eau

Disponibles en version électronique seulement

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 2.1 : Éléments caractéristiques d'un climat continental humide avec des étés tempérés (Dfb) selon la classification de Köppen (Hufty, 2001).	5
Tableau 2.2 : Tendances des principales composantes climatiques entre les normales climatiques (1981-2010) et la période récente (2011-2022) pour les quatre secteurs sélectionnés : (a) Bromont (nord), (b) Cowansville (centre) ; (c) Saint-Ignace-de-Stanbridge (ouest) et (d) Sutton (sud-est). ^{1,2}	7
Tableau 2.3 : Division des bassins versants et leur superficie (MRC Brome-Missisquoi, 2023a). ¹	11
Tableau 3.1 : Tronçons sélectionnés de l'Atlas hydroclimatique (MELCCFP, 2022a) et leurs caractéristiques ainsi que les stations de suivi de la qualité de l'eau (MELCCFP, 2023b) sélectionnées et leurs caractéristiques (a). ¹	14
Tableau 3.2 : Tronçons sélectionnés de l'Atlas hydroclimatique (MELCCFP, 2022a) et leurs caractéristiques ainsi que les stations de suivi de la qualité de l'eau (MELCCFP, 2023b) sélectionnées et leurs caractéristiques (b). ¹	15
Tableau 3.3 : Critères de protection de la qualité des plans et cours d'eau (MELCCFP, n. d.b).	18
Tableau 3.4 : Caractéristiques des 10 stations de suivi du RSESQ localisées dans les limites de la MRC Brome-Missisquoi.	28
Tableau 3.5 : État des nappes défini pour les six puits du RSESQ situés dans les limites de la MRC Brome-Missisquoi et intégrés dans le Bulletin.	29
Tableau 3.6 : Recensement des dépassements (non-conformités) des critères de potabilité entre 2010 et 2011 (Carrier et al., 2013) dans la MRC Brome-Missisquoi (les dépassements pour le manganèse ont été établis dans le cadre du présent rapport).	34
Tableau 4.1 : Approvisionnement en eau potable dans chaque municipalité de la MRC Brome-Missisquoi avec évolution et projections démographiques des populations totale, desservie et non desservie à trois horizons (2010, 2022 et 2031). ¹	42
Tableau 4.2 : Estimation préliminaire de l'usage de l'eau souterraine, de surface et totale selon le type d'usage (agricole, ICI, résidentiel réseau et hors réseau) dans chaque municipalité de la MRC Brome-Missisquoi à trois horizons (2010, 2022 et 2031). ^{1,2}	44
Tableau 4.3 : Estimation préliminaire des usages (a) dans la MRC Brome-Missisquoi à trois horizons (2010, 2022 et 2031) et en considérant l'aspect saisonnier (basse et haute saisons), puis comparatif par rapport à une autre période en valeur absolue (b) et en variation relative (c). ²	46
Tableau 4.4 : Résumé des infrastructures d'approvisionnement en eau municipales.	49
Tableau 4.5 : Critères des aires de protection pour les sites de prélèvement (SP) d'eau de surface (Éditeur officiel du Québec, 2023a).	49
Tableau 4.6 : Critères des aires de protection pour les sites de prélèvement (SP) d'eau souterraine (Éditeur officiel du Québec, 2023a).	50

Tableau 4.7 : Niveau de vulnérabilité (« risque ») selon la méthode 1 du Guide de réalisation des analyses de vulnérabilité des sources destinées à l'alimentation en eau potable (MELCCFP, 2018).....	51
Tableau 4.8 : Indicateurs de vulnérabilité (« risque ») et méthode d'analyse (MELCCFP, 2018).....	51
Tableau 4.9 : Enjeux d'approvisionnement en eau affectant les municipalités de la MRC classés par niveau d'importance (tableau de compilation extrait du tableur fourni à l'interne par la MRC).	56

LISTE DES FIGURES

Figure 2.1 : Moyennes climatiques annuelles entre 1980 et 2022 pour quatre mailles de la grille Info-Climat localisées pour divers secteurs de la MRC : (a) Bromont (nord), (b) Cowansville (centre) ; (c) Saint-Ignace-de-Stanbridge (ouest) et (d) Sutton (sud-est). Le nom de la municipalité correspond à la localisation du puits du RSESQ associé à la maille de la grille climatique.	6
Figure 3.1 : Évolution de l'indice de qualité de l'eau (IQBP6) mesuré à différentes stations sur le territoire de la MRC Brome-Missisquoi pour la période de 2000 à 2021.....	19
Figure 3.2 : Évolution de la concentration médiane en phosphore total (PTOT) échantillonné trois fois par an aux stations sélectionnées sur le territoire de la MRC Brome-Missisquoi de 2000 à 2021.	20
Figure 3.3 : Évolution de la concentration médiane en azote ammoniacal (NH ₃) échantillonné trois fois par an aux stations sélectionnées sur le territoire de la MRC Brome-Missisquoi de 2000 à 2021.	21
Figure 3.4 : Évolution de la concentration médiane en nitrites et nitrates (NO _x) échantillonnés trois fois par an aux stations sélectionnées sur le territoire de la MRC Brome-Missisquoi de 2000 à 2021.	22
Figure 3.5 : Évolution de la concentration médiane des matières en suspension (MES) échantillonnées trois fois par an aux stations sélectionnées sur le territoire de la MRC Brome-Missisquoi de 2000 à 2021.	23
Figure 3.6 : Hydrogramme du puits 03040018 du RSESQ localisé à Sutton.	30
Figure 3.7 : Hydrogrammes statistiques de trois puits du RSESQ situés dans la MRC Brome-Missisquoi.	31
Figure 3.8 : Données historiques et projection des températures moyennes annuelles pour la région de l'Estrie par Ouranos (s.d.).....	38
Figure 3.9 : Données historiques et projection des précipitations totales moyennes annuelles pour la région de l'Estrie par Ouranos (s.d.).....	38

LISTE DES CARTES

Les cartes suivantes sont jointes à la suite du rapport et dans l'annexe 2 (les références associées aux couches d'information utilisées pour les élaborer sont listées dans l'annexe 1).

Carte 1 – Limites administratives

Carte 2 – Topographie

Carte 3 – Contextes hydrogéologiques

Carte 4 – Quaternaire (géologie des formations superficielles)

Carte 5 – Occupation du sol

Carte 6 – Unités géographiques d'analyse de la MRC de Brome-Missisquoi

Carte 7 – Bassins versants

Carte 8 – Tronçons de l'atlas hydroclimatique et stations de suivi physicochimique du BQMA

Carte 9 – Confinement de l'aquifère de roc

Carte 10 – Piézométrie de l'aquifère de roc

Carte 11 – Recharge distribuée de l'aquifère de roc

Carte 12 – Zones potentielles de recharge et de résurgence préférentielles de l'aquifère de roc

Carte 13 – Vulnérabilité de l'aquifère de roc

Carte 14 – Qualité de l'eau souterraine - Critères de potabilité

Carte 15 – Qualité de l'eau souterraine - Critères de potabilité (manganèse)

Carte 16 – Température moyenne annuelle de 1981 à 2010

Carte 17 – Précipitations totales moyennes annuelles de 1981 à 2010

Carte 18 – Provenance de l'eau des réseaux

Carte 19 – Recharge moyenne par municipalité (mm/an)

Carte 20 – Quantité d'eau disponible par municipalité (Mm³/an)

Carte 21 – Niveau d'usage total de l'eau (de surface et souterraine) par municipalité (Mm³/an)

Carte 22 – Niveau d’usage total de l’eau de surface par municipalité (Mm³/an)

Carte 23 – Niveau d’usage total de l’eau souterraine par municipalité (Mm³/an)

Carte 24 – Niveau relatif d’exploitation des eaux souterraines (ratio usage/recharge) par municipalité (%)

Carte 25 – Prélèvements d’eau au sein des bassins versants

Carte 26 – Prélèvements d’eau selon la vulnérabilité de l’aquifère du roc

Carte 27 – Aires de protection des sites de prélèvement d’eau

Carte 28 – Aires de protection autour du site de prélèvement de Cowansville selon l’occupation du sol

Carte 29 – Aires de protection autour du site de prélèvement de Bromont selon l’occupation du sol

Carte 30 – Aires de protection autour du site de prélèvement de Farnham selon l’occupation du sol

Carte 31 – Aires de protection autour du site de prélèvement de Bedford selon l’occupation du sol

Carte 32 – Aires de protection autour du site de prélèvement de Lac-Brome selon l’occupation du sol

Carte 33 – Aires de protection autour du site de prélèvement de Sutton selon l’occupation du sol

1 INTRODUCTION

1.1 CONTEXTE

L'eau est une ressource très précieuse au Québec. En 2021, un épisode de sécheresse, nommé l'un des « 10 événements météorologiques les plus marquants au Canada en 2021 » (Gouvernement du Canada, 2021), a touché l'ensemble du territoire québécois et canadien. Cet épisode de sécheresse a causé des étiages longs et sévères dans les cours d'eau à travers le pays, occasionnant, dans certaines régions, un déficit dans l'approvisionnement en eau destiné à la consommation (Duhamel, 2022), notamment dans le sud du Québec. À la suite de cet épisode critique pour l'approvisionnement en eau potable, divers acteurs de l'eau ont pris conscience de la fragilité de la ressource en eau. Dans la région administrative de l'Estrie, la municipalité régionale de comté (MRC) Brome-Missisquoi a d'ailleurs été touchée en 2021 par des difficultés d'approvisionnement en eau. L'approvisionnement en eau a été reconnu comme un enjeu prioritaire de la MRC.

Dans ce contexte, une collaboration a été amorcée en 2022 entre la MRC Brome-Missisquoi, l'INRS (Centre Eau Terre Environnement) et l'Université Laval (École supérieure d'aménagement du territoire et de développement régional) afin de développer un projet ayant pour but d'assurer la gestion durable des ressources en eau de la MRC. À cette fin, l'état des ressources en eau de la MRC a fait l'objet de la présente synthèse réalisée à l'été et à l'automne 2023, notamment dans le cadre des stages à l'INRS d'Anabelle Marchessault (été et automne 2023) et d'Émeline Di Pasquale (été 2023). Cette synthèse initiale sera complétée par des travaux dont la réalisation est prévue en 2024.

La synthèse des ressources en eau va servir, entre autres, à l'échange des connaissances avec les acteurs de l'eau régionaux afin d'identifier les principaux enjeux reliés à l'eau qui nécessiteront des actions. Il est prévu que l'ensemble de ces actions soit intégré à un *Plan régional de gestion des ressources en eau* ayant pour but d'assurer que l'utilisation de l'eau soit durable et résiliente. Cette synthèse va aussi d'abord servir à l'élaboration des plans de protection des approvisionnement municipaux de Cowansville, Bromont et Farnham qui vont être élaboré en partenariat avec l'OBV Yamaska dans le cadre d'une aide financière en partenariat du *Programme pour l'élaboration des plans de protection des sources d'eau potable* (PEPPSEP) obtenue par la MRC Brome-Missisquoi.

Afin de servir de base de connaissance pour initier des actions de gestion et de protection, le présent rapport brosse un portrait de l'état de la ressource en eau et des infrastructures municipales d'approvisionnement en eau sur le territoire de la MRC Brome-Missisquoi. Ces travaux sont basés en grande partie sur les résultats produits dans le cadre du projet PACES Montérégie Est (Carrier et al., 2013) qui ont été actualisés sur la base de données récentes, notamment tirées du Plan régional des milieux naturels (PRMN) de la MRC Brome-Missisquoi (2023a). Le rapport décrit le contexte hydrologique et hydrogéologique régional de la MRC, énonce les enjeux reliés à la ressource en eau, et analyse les conditions des installations d'approvisionnement en eau municipales situées sur le territoire. Une série de cartes accompagne le rapport; on en trouve la liste et les sources à l'annexe 1 et les cartes elles-mêmes à l'annexe 2. Les annexes 3, 4 et 5 en format électronique fournissent des détails sur différentes parties des travaux.

1.2 OBJECTIF

Afin de renforcer la protection des approvisionnements en eau potable au Québec, le Gouvernement a adopté le *Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection* (RPEP) en juillet 2014. Pour les municipalités responsables d'un prélèvement d'eau de catégorie 1, c'est-à-dire alimentant plus de 500 personnes et au moins une résidence (article 51 du RPEP), le RPEP exigeait la réalisation d'une analyse de vulnérabilité de leur site de prélèvement avant le 1^{er} avril 2021. Un guide détaillant les éléments à intégrer à l'analyse et les exigences réglementaires a également été publié afin d'orienter les municipalités responsables dans leur analyse (MELCC, 2018). Par la suite, ce rapport devra être de nouveau soumis au ministre tous les cinq ans et être actualisé au besoin (article 68 du RPEP).

À la suite de la récente révision des analyses de vulnérabilité des sources d'approvisionnement en eau potable, les municipalités pour lesquelles des menaces ont été identifiées et souhaitant s'en prémunir de façon adéquate doivent mettre en œuvre un plan de protection de leur source d'eau potable (MELCC, 2021). C'est dans ce cadre que s'intègre le *Programme pour l'élaboration des plans de protection des sources d'eau potable* (PEPPSEP) qui apporte un soutien financier aux municipalités souhaitant renforcer la protection de leur ressource en eau potable. Le support financier du PEPPSEP permettra aux municipalités de définir les mesures de protection et de planifier leur mise en œuvre afin de réduire ou d'éliminer les menaces pouvant affecter leur source d'approvisionnement en eau potable (MELCC, 2021).

Le projet de loi 16 sur la nouvelle *Politique nationale d'architecture et d'aménagement du territoire* impose de nouvelles obligations aux MRC, soit de « planifier l'aménagement d'une manière compatible avec la protection, la disponibilité et la gestion intégrée de la ressource en eau ». Cette obligation est transposée dans une nouvelle orientation gouvernementale en aménagement du territoire (OGAT), soit l'orientation 2 : « assurer la conservation des écosystèmes et miser sur une gestion durable et intégrée des ressources en eau » (MAMH, 2023). Les *Schémas d'aménagement et de développement* (SAD) devront ainsi « assurer la pérennité et la protection des ressources en eau par une gestion intégrée » (Objectif 2.3; MAMH, 2023). Le présent rapport et l'élaboration d'un *Plan régional de gestion des ressources en eau* pourront servir d'outils pour rencontrer les exigences de la Loi 16 et atteindre les objectifs formulés par les OGAT. Le plan pourrait être éventuellement pérennisé et progressivement amélioré par son intégration dans le SAD de la MRC.

2 DESCRIPTION DE LA RÉGION D'ÉTUDE

Cette brève description vise à introduire les principaux éléments caractéristiques de la région d'étude, soit la MRC Brome-Missisquoi. À l'aide des cartes 1 à 5, les caractéristiques générales du territoire sont décrites dans la section 2.1 en s'appuyant notamment sur les informations du PACES Montérégie Est (Carrier et al., 2013) et du *Plan régional des milieux naturels* (PRMN) de la MRC Brome-Missisquoi (2023a). Les aspects reliés au climat rencontré dans la région sont également abordés dans la section 2.2.

2.1 CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES

La carte 1 présente le territoire de la MRC Brome-Missisquoi et ses limites administratives (MRNF, 2019 ; RNCan, 2023), la démographie de ses municipalités (MRC Brome-Missisquoi, 2023a), ses routes principales et ses plans et cours d'eau (MRNF, 2015). En 2022, la MRC comptait 67 591 habitants (MRC Brome-Missisquoi, 2023a) répartis dans 21 municipalités, pour une superficie de 1 680 km². Six pôles urbains (municipalités de plus de 2 500 habitants) sont dispersés sur le territoire de la MRC. Ces pôles urbains sont les villes de Farnham, Bromont, Lac-Brome, Cowansville, Bedford et Sutton. La répartition spatiale des pôles urbains se traduit par une population étendue sur tout le territoire de la MRC (MRC Brome-Missisquoi, 2023a). La MRC se situe dans la région de l'Estrie depuis juillet 2021. Elle était auparavant en Montérégie (ISQ, 2021). La frontière au sud de la MRC est partagée avec les États-Unis. Les trois autres frontières sont délimitées par quatre MRC : Memphrémagog, la Haute-Yamaska, Rouville et le Haut-Richelieu.

La région connaît une forte croissance démographique avec une augmentation des ménages de 41% depuis 2001. La croissance de la population, quant à elle, est de 24% depuis 2001, selon l'Institut de la Statistique du Québec (MRC Brome-Missisquoi, 2023a). La ville de Cowansville est la plus peuplée, avec 16 272 habitants (MRC Brome-Missisquoi, 2023a), et la ville de Bromont est celle qui connaît la plus grande croissance démographique, avec 50% de croissance entre 2011 et 2022 (MRC Brome-Missisquoi, 2023a).

Les routes principales qui recoupent le territoire sont : l'autoroute 10 qui passe au nord de la ville de Bromont et la route nationale 133 qui passe à l'est du lac Champlain (MRC Brome-Missisquoi, 2023a). Les plans d'eau principaux sont le lac Brome, le lac Davignon, qui est aussi la source d'eau potable de la ville de Cowansville et le lac Champlain, la source d'eau potable de la ville de Bedford et de Saint-Armand (OBV Yamaska, 2015a; OBVBM, 2015). Les autres plans d'eau ayant une superficie supérieure à 10 ha sont le lac Gale, le lac Bromont, le lac Selby et l'étang Sally. Les cours d'eau principaux sont les rivières Yamaska, Yamaska Sud-Est, aux Brochets, de la Roche et Missisquoi. De plus, 254 barrages de plus d'un mètre de hauteur sont répertoriés sur le territoire de la MRC (MRC Brome-Missisquoi, 2023a). Parmi tous ces barrages, 17 servent pour des prises d'eau, dont deux pour des prises d'eau municipales.

La carte 2 présente la topographie du territoire à l'étude. Le relief topographique a servi de base pour définir les contextes hydrogéologiques. La topographie est donc étroitement reliée aux quatre contextes hydrogéologiques du territoire, d'orientation SSW-NNE : les Appalaches (zone interne et externe), la Plate-forme du Saint-Laurent et les collines Montérégiennes (Carrier et al., 2013). Les contextes hydrogéologiques sont présentés à la carte 3 et décrits de façon plus détaillée par le PACES Montérégie-Est (Carrier et al., 2013).

La zone interne des Appalaches est située à l'est du territoire de la MRC. La topographie de ce contexte est caractérisée par des vallées profondes (rivière Sutton) et une altitude de 110 à 960 m (mont Sutton). Le contexte est délimité par le regroupement des zones de Humber interne et de Dunnage. Il y a présence de tills minces sur les hauts topographiques et de sédiments fluvioglaciaires et glaciolacustres dans les vallées. Les affleurements du socle rocheux dans les hauts topographiques sont fréquents.

La zone externe des Appalaches est située à l'ouest de la région d'étude. Sa topographie est caractérisée par un relief vallonné et une altitude qui augmente vers l'est (Frelighsburg) de 60 à 110 m. Le contexte est délimité par la zone de Humber externe et la faille de Oak Hill au sud-est. Dans cette zone, il y a présence de sédiments sablo-graveleux littoraux et des tills remaniés. Des affleurements rocheux sont visibles à certains endroits dans le sud du contexte.

Le contexte de la Plate-forme du Saint-Laurent est situé à l'ouest sur le territoire de la MRC. Son relief est relativement plat, avec une altitude variant de 30 à 60 m. La faille de Logan sépare ce contexte du celui des Appalaches. Il y a présence de sédiments silto-argileux de la mer de Champlain en surface, avec des sédiments sableux ou silto-sableux fluviaux d'épaisseur variable. Pour la partie sud, l'épaisseur des sédiments marins fins est plutôt faible, ceux-ci recouvrent les tills et tills remaniés. Il y a également présence de dépôts de la mer de Champlain et une forte épaisseur, au moins 10 m, de sédiments argileux dans la partie sud.

Le mont Brome est l'une des neuf collines Montérégiennes. Il recoupe les villes de Bromont et de Lac-Brome ainsi que la municipalité de Brigham. Le mont a une superficie de 74.8 km² et une altitude maximale de 543 m. Il est constitué de roches ignées intrusives, avec du till ou du till remanié en surface. Des sédiments fluvioglaciaires sont également présents.

La géologie du quaternaire (carte 4) provient des travaux réalisés dans le cadre du PACES Montérégie-Est (Carrier et al., 2013). Tel que présenté sur la carte, chaque contexte présente des types de sédiments distincts. La zone externe des Appalaches est caractérisée par des sédiments glaciolacustres ou fluvioglaciaires et du substrat rocheux. La zone interne des Appalaches, pour sa part, a davantage de sédiments glaciaires, tandis que des sédiments glaciaires et marins se retrouvent dans le contexte des Basses-Terres.

La carte 5 présente l'occupation du sol pour le territoire de la MRC (MELCCFP, 2023a). Cinq catégories d'occupation du sol sont représentées, soit les occupations anthropique, agricole, de l'eau, milieu humide et forestier. Sur la carte 5, la catégorie anthropique est généralement présente autour des six pôles urbains de la MRC. L'est du territoire, associé au contexte des Appalaches, est principalement d'occupation forestière. Les forêts représentent d'ailleurs 58% du territoire de la MRC (MRC Brome-Missisquoi, 2023a). L'ouest du territoire, en contexte des Basses-Terres, est essentiellement d'occupation agricole, qui représente 31% du territoire (MRC Brome-Missisquoi, 2023a). Les milieux humides sont présents autour des étendues d'eau, soit autour du lac Brome et du lac Champlain ; sinon essentiellement à l'ouest du territoire.

2.2 ÉLÉMENTS CLIMATIQUES

Selon la classification de Köppen basée sur les températures et les précipitations (Hufty, 2001), la région d'étude est caractérisée par un climat de type continental humide avec des étés tempérés (Dfb). Les principales caractéristiques de ce type de climat sont indiquées dans le tableau 2.1.

Tableau 2.1 : Éléments caractéristiques d'un climat continental humide avec des étés tempérés (Dfb) selon la classification de Köppen (Hufty, 2001).

Paramètre	Code	Type	Caractéristique
Type de climat	D	Continental	Température moyenne du mois le plus froid < -3°C
			Température moyenne du mois le plus chaud > 10°C
			Hivers et étés bien contrastés
Régime pluviométrique	f	-	Climat humide avec des précipitations tous les mois de l'année
			Pas de saison sèche
Variations de températures	b	Été tempéré	Température moyenne du mois le plus chaud < 22°C
			Températures moyennes des 4 mois les plus chauds > 10°C

Le MELCCFP produit une grille climatique uniformisée sur le territoire québécois qui permet notamment de s'affranchir des lacunes spatiales du réseau de stations climatiques. Cette grille climatique actualisée régulièrement par le service Info-Climat est composée des mailles régulières fournissant les températures (minimal et maximal) ainsi que les précipitations totales sur une base journalière (Bergeron, 2016). Afin de fournir un portrait complet du climat habituellement rencontré dans la région, quatre mailles ont été retenues dans des secteurs (contextes) variés dans les limites de la MRC. De plus, pour être cohérent avec les informations fournies dans la section 3.2.1, ces mailles de la grille Info-Climat sont associées aux divers puits du réseau de suivi des eaux souterraines du Québec (RSESQ), géré par la MELCCFP (2023c) ; intégrés au Bulletin d'état des nappes (Lefebvre et al., 2023). Des scripts développés dans le cadre de l'élaboration du Bulletin d'état des nappes (Lefebvre et al., 2023) permettent d'extraire les données de la grille Info-Climat et de les exploiter. Pour ce faire, l'outil GWHAT (*Ground-Water Hydrograph Analysis Toolboxes*), disponible en ligne (<https://github.com/jnsebgosselin/gwhat>) et développé par Gosselin (2016), permet de retranscrire les informations de la grille Info-Climat en plusieurs composantes : températures (moyenne, minimale et maximale) et précipitations (totales, neige et pluie).

Les données de la figure 2.1 couvrent la période allant de 1980 à 2022 pour les quatre mailles de la grille situées dans les secteurs de Bromont (a), Cowansville (b), Saint-Ignace-de-Stanbridge (c) et Sutton (d). Selon le secteur, les températures moyennes annuelles varient de 6.1 à 6.8 °C, tandis que les précipitations totales (neige et pluie) annuelles varient de 1 143 à 1 317 mm/an. Ceci est à mettre en lien avec le gradient est-ouest observé sur les cartes des températures (carte 16) et des précipitations (carte 17) décrites dans la section 3.3.2, mêmes si ces dernières réfèrent aux normales climatiques (1981-2010). Il est donc normal de retrouver des températures plus élevées à l'ouest de la MRC, i.e. à Saint-Ignace-de-Stanbridge (6.8 °C), et des températures plus fraîches plus à l'est à Bromont et à Sutton (6.1 °C) qui sont aussi localisés plus en altitude. De même, en raison du gradient de précipitations, il est aussi normal de retrouver moins de précipitations à l'ouest de la MRC (1 143 mm/an à Saint-Ignace-de-Stanbridge) par rapport à l'est du territoire (1 317 mm/an à Sutton) en lien avec les Appalaches. De plus, les informations retranscrites sur ces quatre graphiques correspondent bien aux caractéristiques typiques du climat de type Dfb (tableau 2.1).

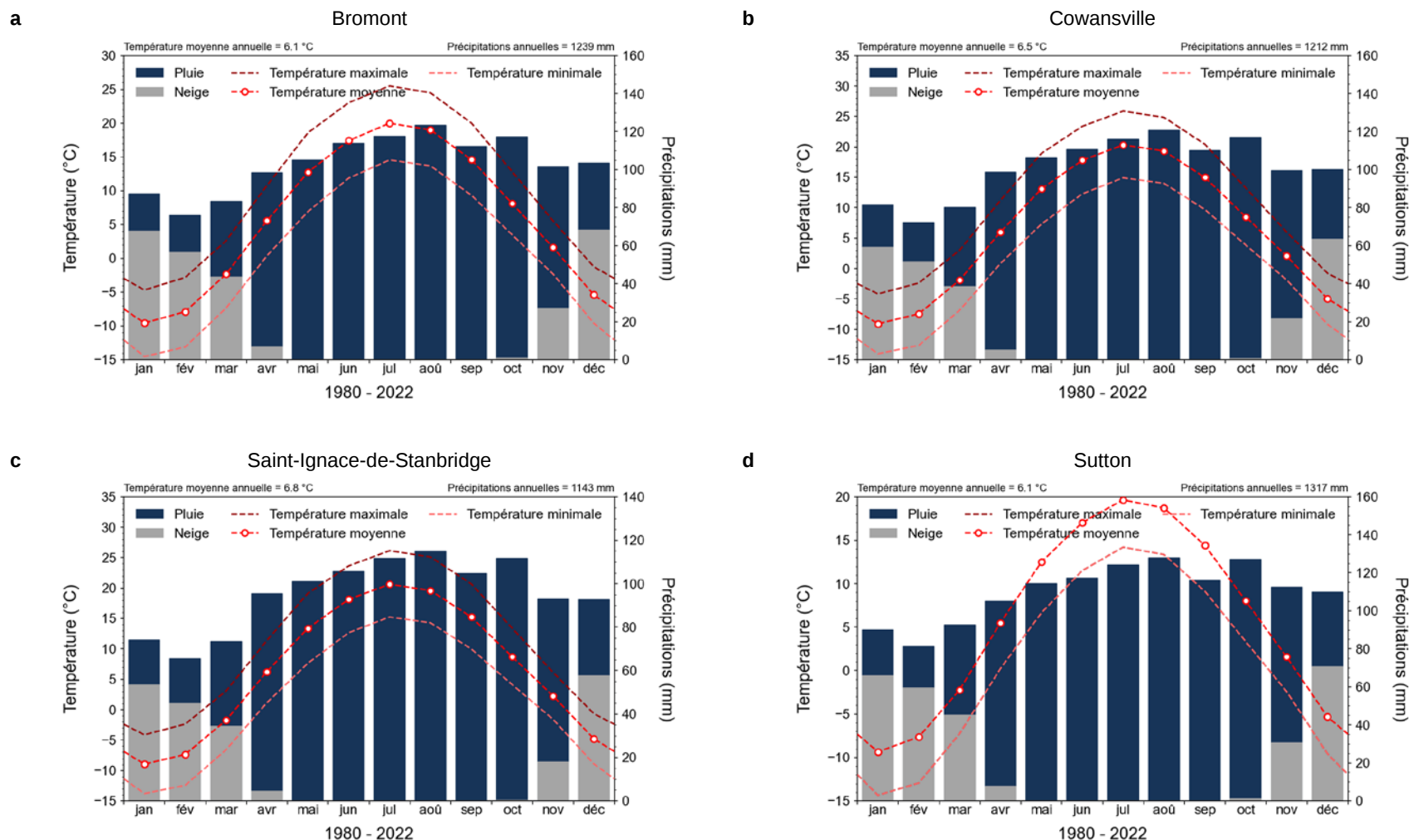


Figure 2.1 : Moyennes climatiques annuelles entre 1980 et 2022 pour quatre mailles de la grille Info-Climat localisées pour divers secteurs de la MRC : (a) Bromont (nord), (b) Cowansville (centre) ; (c) Saint-Ignace-de-Stanbridge (ouest) et (d) Sutton (sud-est). Le nom de la municipalité correspond à la localisation du puits du RSESQ associé à la maille de la grille climatique.

Grâce aux données de la grille climatique, il est possible de moduler la période à afficher et de montrer les tendances historiquement observées pour les températures et les précipitations. Ainsi la période récente (2011-2022, 12 ans) a été comparée aux normales climatiques (1981-2010, 30 ans), pour les cinq composantes principales (tableau 2.2). Pour l'ensemble des mailles considérées, une tendance à la hausse de +0.7 °C à +1.2 °C est observée entre les deux périodes pour les températures moyennes. À l'exception du secteur de Bromont (stabilisation), les précipitations totales sont aussi à la hausse (+31 à +50 mm/an selon les secteurs). En raison des hausses de température mesurées en période hivernale, la partition neige-pluie a également été affectée entre ces deux périodes. Ainsi, une réduction du cumul de neige est observée au détriment de la quantité de pluies sur la période récente.

Tableau 2.2 : Tendances des principales composantes climatiques entre les normales climatiques (1981-2010) et la période récente (2011-2022) pour les quatre secteurs sélectionnés : (a) Bromont (nord), (b) Cowansville (centre) ; (c) Saint-Ignace-de-Stanbridge (ouest) et (d) Sutton (sud-est).^{1,2}

Bromont (a)				Cowansville (b)			
Composante	Période		Tendance	Composante	Période		Tendance
	Normales (1981-2010)	Récente (2011-2022)			Normales (1981-2010)	Récente (2011-2022)	
T _{min} quot. (°C)	0.8	2.0	+1.2°C	T _{min} quot. (°C)	1.2	2.4	+1.1°C
T _{moy} quot. (°C)	5.9	6.8	+0.9°C	T _{moy} quot. (°C)	6.4	7.1	+0.7°C
T _{max} quot. (°C)	11.1	11.8	+0.7°C	T _{max} quot. (°C)	11.5	12.1	+0.6°C
Pluie (mm/an)	961	1 000	+39 mm/an	Pluie (mm/an)	961	1 014	+53 mm/an
Neige (mm/an)	282	243	-39 mm/an	Neige (mm/an)	247	226	-21 mm/an
P _{tot} (mm/an)	1 243	1244	0 mm/an	P _{tot} (mm/an)	1 208	1 240	+31 mm/an

Saint-Ignace-de-Stanbridge (c)				Sutton (d)			
Composante	Période		Tendance	Composante	Période		Tendance
	Normales (1981-2010)	Récente (2011-2022)			Normales (1981-2010)	Récente (2011-2022)	
T _{min} quot. (°C)	1.5	2.6	+1.1°C	T _{min} quot. (°C)	0.7	1.8	+1.1°C
T _{moy} quot. (°C)	6.6	7.3	+0.7°C	T _{moy} quot. (°C)	5.9	6.7	+0.8°C
T _{max} quot. (°C)	11.7	12.2	+0.5°C	T _{max} quot. (°C)	0.7	1.8	+1.1°C
Pluie (mm/an)	924	964	+40 mm/an	Pluie (mm/an)	1 023	1 093	+70 mm/an
Neige (mm/an)	216	206	-9 mm/an	Neige (mm/an)	287	267	-21 mm/an
P _{tot} (mm/an)	1 139	1 170	+31 mm/an	P _{tot} (mm/an)	1 310	1 360	+50 mm/an

1 : Les acronymes suivants sont indiqués dans le tableau : quot. : quotidienne ; T_{min} : température minimale ; T_{moy} : température moyenne ; T_{max} : température maximale ; P_{tot} : précipitations totales ;

2 : Les valeurs sont arrondies dans le tableau, ce qui peut faire en sorte que la différence (tendance) ne correspond pas aux valeurs des deux colonnes précédentes.

Ces constats faits sur les périodes historiques, i.e. sur des données mesurées, montrent des tendances similaires dans le futur obtenues à l'aide de modèles climatiques (Ouranos, 2020) : hausse de la moyenne annuelle des températures, augmentation du nombre de redoux hivernaux, baisse des précipitations solides (neige) au détriment des précipitations liquides (pluies). Ces tendances ont déjà eu un impact sur la ressource en eau, tel qu'observé lors de l'été 2021, et pourront potentiellement impliquer d'autres impacts sur la disponibilité de la ressource en eau et son exploitabilité dans le futur (voir section 3.2.1 pour plus de détails).

2.3 ENJEUX TERRITORIAUX

Cette section présente les enjeux territoriaux selon le *Schéma d'aménagement et de développement* (SAD) et le *Plan régional des milieux naturels* (PRMN) de la MRC Brome-Missisquoi (2023a). Les enjeux des organismes de bassin-versant (OBV) présents sur le territoire, soit l'Organisme de bassin versant de la Yamaska (OBV Yamaska) et l'Organisme de bassin versant de la baie Missisquoi (OBVBM) y sont également présentés.

Le SAD de la MRC Brome-Missisquoi ((2008), soumis en 2000 et révisé en 2008, présente les problématiques ainsi que les grandes orientations d'aménagement pour le territoire de la MRC. Les problématiques et orientations présentées dans ce rapport sont seulement celles liées à l'eau. Les problématiques d'aménagement principales sont reliées à l'étalement urbain sur le territoire de la MRC, à la population saisonnière et à l'urbanisation croissante. En effet, la périphérie des six pôles urbains se développe, ce qui engendre une perte des territoires agroforestiers et récréotouristiques au détriment des milieux résidentiels sans services. De plus, la population saisonnière de la MRC est équivalente à 24% de la population totale en 2022 (MRC Brome-Missisquoi, 2023a). Cette croissance de population saisonnière apporte une demande accrue de services sur les territoires saisonniers ou de villégiature. Finalement, l'urbanisation cause une dégradation de la qualité de l'eau et des problèmes pour sa gestion.

Afin de remédier à cette situation, la MRC applique le principe du « net zéro » depuis 2012. Ce principe vise une gestion plus efficace des eaux de ruissellement en minimisant les apports de sédiments dans les eaux de surface (MRC Brome-Missisquoi, 2008). De plus, un contrôle intérimaire, adopté en mai 2023, aborde la problématique des zones blanches (MRC Brome-Missisquoi, 2023b), c'est-à-dire les zones de villégiature, hors des périmètres urbains, en bordure de cours d'eau, en montagne ou en forêt. Ce sont des zones prisées pour leur condition naturelle où les écosystèmes sont sensibles au développement urbain et anthropique, et aux changements climatiques. La disposition spéciale, présente dans le SAD, a pour but d'empêcher l'ouverture de nouvelles rues à l'extérieur des périmètres urbains, dans l'optique de ralentir l'étalement et le développement résidentiel, commercial ou industriel dans ces secteurs. La disposition interdit également le remblai et le déblai dans les milieux humides d'intérêts régionaux (MRC Brome-Missisquoi, 2023b).

En ce qui concerne la ressource en eau, la grande orientation d'aménagement « environnement » du SAD est liée à la ressource et vise à la protection et la mise en valeur de l'environnement naturel, soit l'eau, la faune et la flore (MRC Brome-Missisquoi, 2008). Les objectifs relatifs à l'eau indiqués dans le SAD (MRC Brome-Missisquoi, 2008) sont les suivants :

- Assurer une gestion intégrée et durable de la ressource en eau,
- Protéger, conserver et bonifier le caractère naturel des cours et plans d'eau et contribuer à leur re-végétalisation,
- Planifier et réaliser les interventions sur le territoire en respectant le drainage naturel pour gestion des eaux de ruissellement,
- Réduire érosion et transport de sédiments par ruissellement dans plans et cours d'eau,
- Assurer un approvisionnement en eau de bonne qualité,
- Contrôler la mise en valeur des plans et cours d'eau pour protéger l'environnement naturel.

La mise en œuvre de cette grande orientation sera notamment effectuée à travers la planification des interventions de la MRC afin d'être cohérent avec les actions présentées dans les *Plans directeur de l'eau* (PDE) des deux OBV du territoire. Cela impliquera la poursuite de la mise en œuvre d'un plan régional pour une gestion intégrée et durable de l'eau.

Le SAD présente également des politiques d'aménagement particulières relatives à la gestion des eaux (MRC Brome-Missisquoi, 2008) :

- La protection des rives par la revégétalisation des bandes riveraines et la réduction des accès aux plans d'eau afin d'éviter la formation de chemins préférentiels des eaux de ruissellement,
- La gestion des eaux de ruissellement par la gestion des eaux de pluie. Favoriser les méthodes de gestion « naturelles » lors de la mise en place d'ouvrages temporaires de rétention de matières lors de travaux, réduire le transport des sédiments par l'eau de ruissellement dans les voies de circulation et les fossés et prendre des mesures pour éviter canalisation de l'eau dans les ornières créées par la machinerie forestière,
- Contrôle de l'érosion par la conservation des sols. Cela sera mis en œuvre par la prise de mesures pour éviter l'érosion des sols mis à nu pendant travaux et la mise en place d'ouvrages de stabilisation temporaires,
- Protection des talus riverains des plans et cours d'eau par l'application de normes particulières. Les hauteurs de talus sont règlementées selon la pente (5 m pour pente < 25%),
- Protection des prises d'eau potable et des zones d'approvisionnement en eau potable par l'application de normes particulières pour la protection des prises d'eau publiques et privées desservant plus de 20 personnes, et pour la protection des zones d'approvisionnement en eau,
- Évacuation des eaux pluviales par l'application de normes visant le débranchement des gouttières résidentielles aux conduites pluviales ou d'égout,
- Encadrement de l'écoulement et des interventions dans les cours d'eau et les plans d'eau.

Le PRMN de la MRC Brome-Missisquoi (2023a) fait l'état des enjeux territoriaux reliés à l'eau selon cinq unités géographiques d'analyse (UGA) dont les limites sont affichées sur la carte 6. :

- UGA 1 – rivière aux Brochets et rivière de la Roche : problème de qualité de l'eau sur le territoire, notamment à cause de la qualité de l'eau transfrontalière liée à la baie Missisquoi. Effectivement, une grande partie, 53%, du bassin versant se retrouve au États-Unis. Les milieux naturels dégradés de ce secteur sont également dégradés.
- UGA 2 – rivière aux Brochets – secteur lac Champlain : problème de qualité de l'eau et d'eutrophication pour le lac Champlain. Les milieux naturels sont dégradés, ce qui affecte la biodiversité du secteur. Les zones riveraines au lac Champlain sont également vulnérables aux inondations.
- UGA 3 – rivière Missisquoi : dégradation des milieux naturels par la villégiature, les activités récréatives et les activités forestières. Les zones riveraines sont vulnérables aux inondations. Il y a présence d'érosion des berges. De plus, 20% des barrages de la MRC se retrouvent dans ce secteur, ce qui pourrait avoir un impact sur les cours d'eau ou encore la faune et la flore.

- UGA 4 – rivière Yamaska – secteur lac Brome, Yamaska Sud-Est et lac Davignon : la croissance démographique et le développement cause une pression anthropique sur milieux riverains. Ces milieux sont d'ailleurs vulnérables aux inondations. Les lacs de villégiature sont en processus d'eutrophisation et l'autoroute 10 empiète dans des milieux écologiques.
- UGA 5 – rivière Yamaska et Yamaska Sud-Est – secteur Farnham : les zones riveraines sont vulnérables aux inondations. Également, les milieux naturels sont dégradés, ce qui impacte la biodiversité.

Le PRMN (MRC Brome-Missisquoi, 2023a) présente également une synthèse des grands enjeux liés à l'eau :

- La coordination inter-gouvernementale et la collaboration entre acteurs du territoire,
- La pression de développement qui affecte les milieux hydriques et naturels, et cause une perte et une dégradation des milieux,
- La qualité de l'eau, pour la consommation et l'usage récréatif et de villégiature, qui est grandement affectée par la gestion des eaux pluviales et des eaux de ruissellement agricole,
- La qualité et la quantité de l'eau de surface et de l'eau souterraine, afin d'assurer la pérennité des ressources en eau,
- La vulnérabilité des sources d'eau face aux changements climatiques.

Finalement, le PRMN (MRC Brome-Missisquoi, 2023a) présente des orientations reliées à des objectifs de conservation de milieux naturels selon les enjeux présentés précédemment. L'orientation numéro 5 du PRMN est directement reliée à l'eau : « favoriser une gestion durable des ressources en eau afin d'assurer un approvisionnement en eau de qualité et en quantité suffisante ». La mise en place de cette orientation sera faite en réduisant la vulnérabilité associée à l'approvisionnement en eau pour la consommation, ainsi que par une gestion qui favorise à la fois l'approvisionnement et la conservation des milieux naturels hydriques. Cette orientation a pour objectif une planification territoriale basée sur la disponibilité de la ressource en eau.

Afin de mieux représenter les enjeux de l'eau sur le territoire, la carte 7 présente le regroupement des sous-bassins versants selon le PRMN de la MRC Brome-Missisquoi. Les bassins versants de niveau 1 à 4 y sont représentés. Les bassins-versants de niveau 2 des rivières de la Roche, aux Brochets, Missisquoi, sont en partie sur le territoire de la MRC et en partie sur le territoire des États-Unis (MRC Brome-Missisquoi, 2023a). Le tableau 2.3 présente les divisions des bassins versant ainsi que leur superficie. La superficie totale des bassins versant a été déterminée à l'aide de la délimitation proposée par le MRC Brome-Missisquoi. Cette délimitation a été effectuée en fonction des contextes hydrogéologiques du territoire et ne correspond pas nécessairement aux limites hydrologiques, ni à celle utilisée dans le PACES Montérégie-Est ou par le MELCCFP.

Tableau 2.3 : Division des bassins versants et leur superficie (MRC Brome-Missisquoi, 2023a).¹

Bassin versant				Superficie		
Niveau 1	Niveau 2	Niveaux 3 et 4		Totale (km ²)	À l'étude (km ²)	Dans la MRC (%) ²
Lac Champlain	Riv. aux Brochets	Riv. aux Brochets	Sect. Bedford	58.0	58.0	99.9
			Sect. Pinnacle	39.1	35.0	89.6
			Sect. Stanbridge-East	65.1	65.1	100.0
		North Branch Brook		57.0	57.0	100.0
		Rui. Morpions		1010.90	101.9	92.7
		Rui. Wallbridge		33.1	33.1	100.0
		Rui. Groat		67.6	62.4	92.4
		Rui. Selby		40.9	40.9	100.0
	Lac Champlain	Lac Champlain		150.5	106.0	70.4
	Riv. de la Roche	Riv. de la Roche		59.5	51.1	86.0
Riv. Yamaska	Riv. Yamaska	Rui. Beaver Meadow		45.0	45.0	100.0
		Riv. Yamaska nord (Sect. Bromont)		164.2	102.8	62.6
		Lac Brome		165.7	136.4	82.3
		Riv. Yamaska	Sect. Brigham	179.3	71.2	39.7
			Sect. Farnham	93.2	63.9	68.6
	Riv. Yamaska Sud-Est	Rui. de Jackson		115.1	106.4	92.4
		Rui. Alder		43.8	43.8	100.0
		Riv. Yamaska Sud-Est		87.9	87.7	99.8
		Lac Davignon	Amont	93.8	93.8	100.0
			Aval	74.4	74.4	100.0
Riv. Missisquoi	Riv. Sutton	Rui. Alderbrooke		42.1	42.1	100.0
		Riv. Sutton	Nord	55.1	55.1	100.0
			Sud	79.7	74.8	93.8
	Riv. Missisquoi	Riv. Missisquoi		115.7	93.4	80.8

1 : Sect. : secteur ; Riv. : rivière ; Rui. : ruisseau ;

2 : Un code couleur a été ajouté pour mettre en évidence les bassins-versants selon leur ratio inclus dans la zone d'étude : > 99%, 90-99%, 75-90%, 50-75% et < 50%.

Deux OBV recoupent le territoire de la MRC, soit l'Organisme de bassin-versant de la Yamaska (OBV Yamaska) et l'Organisme de bassin versant de la baie Missisquoi (OBVBM).

L'OBV Yamaska comprend le territoire de la rivière Yamaska. Cette rivière prend sa source dans le lac Brome et draine le territoire d'est en ouest, jusqu'au lac Saint-Pierre (fleuve Saint-Laurent). La superficie totale de ce bassin versant est de 4 843 km². Ce bassin-versant recoupe trois contextes hydrogéologiques : les Appalaches (zones externe et interne) ainsi que les Basses-Terres du St-Laurent. Dans le territoire de la MRC, seuls les contextes des Appalaches - secteur du lac Brome et Yamaska Sud-Est, et des Basses-Terres - secteur Yamaska Farnham - sont présents. (OBV Yamaska, 2021a).

L'OBVBM s'étend jusque dans l'état du Vermont aux États-Unis. Ce territoire, entre le lac Memphrémagog et le lac Champlain aux États-Unis, représente l'amont des sources des eaux du bassin-versant. La partie de ce bassin-versant en territoire québécois correspond au lac Champlain, qui représente l'exutoire du bassin-versant (la zone la plus au nord du lac Champlain). Plus spécifiquement, le bassin versant est à 42% au Québec et à 58% aux États-Unis pour une superficie totale de 3 101 km² (OBVBM, 2021).

Le bassin versant de la baie Missisquoi fait partie de deux ententes qui ont pour but la gestion du lac Champlain. Ces ententes ont été signées par le Gouvernement du Québec, l'État de New-York et l'État du Vermont. La première entente, signée en 1988, visait la collaboration entre les gouvernements, des prises de décision, d'initiatives et d'objectifs communs pour l'amélioration de la qualité de l'eau du bassin versant du lac Champlain (Mimeault, 2002). La deuxième entente, signée en 2022, vise à réduire l'apport en phosphore dans la baie Missisquoi et le lac Champlain plus spécifiquement, avec pour objectif une réduction de la charge de phosphore total de 0.025 mg/L. La nouvelle entente signée en avril 2021, remplace la précédente échuée en 2016. Elle garde les mêmes objectifs de réduction de phosphore, qui sont basés sur les engagements antérieurs des parties et qui visent à satisfaire les objectifs fixés par l'Entente de coopération en matière d'environnement relativement à la gestion du lac Champlain entre le gouvernement du Québec, l'État de New-York, l'État du Vermont (Gouvernement du Québec et État du Vermont, 2021). L'entente signée en 2021 exige également la documentation du progrès visant l'atteinte de la cible de réduction de la charge en phosphore (MRC Brome-Missisquoi, 2023a).

3 RESSOURCES EN EAU

Cette section présente un portrait des ressources en eau de la MRC Brome-Missisquoi, à la fois en termes de quantité et de qualité. La section 3.1 couvre les ressources en eau de surface alors que la section 3.2 décrit les ressources en eau souterraine.

3.1 RESSOURCES EN EAU DE SURFACE

La quantité d'eau de surface a été évaluée à l'aide de l'Atlas hydroclimatique (MELCCFP, 2022a), tandis que sa qualité a été caractérisée à l'aide de la base de données du suivi physicochimiques du fleuve et des rivières du MELCCFP (2023f) qui sont également utilisées dans l'Atlas de l'eau (MELCCFP, 2023b).

3.1.1 Quantité d'eau de surface

L'évolution anticipée de la quantité d'eau de surface sur le territoire de la MRC Brome-Missisquoi a été déterminée avec l'Atlas hydroclimatique (MELCCFP, 2022a). Des tronçons de rivière de l'atlas ont été sélectionnés en fonction de leur représentativité des rivières du territoire. La sélection des tronçons a été faite selon leur lien avec les prises d'eau potable de surface, tout en essayant d'obtenir une représentation la plus fiable possible des superficies couvertes par rapport à l'information disponible dans le PRMN. La carte 8 présente, entre autres, les tronçons sélectionnés. De plus, le tableau 3.1, indique les numéros des tronçons, leur superficie, ainsi que le bassin-versant associé. Ce tableau présente aussi les stations de suivi physicochimique qui sont liées à la qualité de la ressource en eau (section 3.1.2).

L'annexe 3 présente les tendances du débit des cours d'eau pour différents horizons et scénarios de l'Atlas hydroclimatique (MELCCFP, 2022a). Plusieurs horizons sont comparés à la période de référence, soit celle des normales climatiques (1981-2010) : (1) période actuelle (2011-2040), futur proche (2041-2070) et (3) futur lointain (2071-2100). Chaque horizon, à l'exception de la période de référence, affiche des prévisions selon le RCP 4.5 et le RCP 8.5. Les scénarios RCP ou « *Representative Concentration Pathways* » en anglais, sont des scénarios de prédictions d'émission de gaz à effet de serre, exprimés en W/m^2 . Ces scénarios sont basés sur plusieurs hypothèses de croissances démographique, économique et énergétique. Les chiffres présentés avec le nom du scénario, soit RCPx.x, représentent la concentration maximale d'émissions prévues pour ce scénario. Avec ces prédictions d'émissions, plusieurs autres phénomènes environnementaux sont projetés (Gouvernement du Canada, 2019). Il est aussi commun d'appeler le scénario RCP 4.5 « optimiste » et le scénario RCP 8.5 « pessimiste ». Pour l'analyse des données hydrologiques du territoire de la MRC, ces horizons et scénarios sont représentés à l'aide de diagramme à moustache. Le 25^e, 50^e et 75^e percentile sont donc également évalués. Une certaine précaution doit être prise lors de l'analyse de ces données car certains tronçons, sont influencés par des ouvrages anthropiques, tel que des barrages, tel que ceux des rivières Yamaska, aux Brochets et Sutton et aussi celui du lac Champlain. De plus, les indicateurs utilisés pour analyser l'évolution de la quantité de la ressource en eau de surface ont été sélectionnés afin de caractériser le débit moyen, la crue et l'étiage des rivières représentées par les tronçons. Ces indicateurs sont le débit moyen annuel, le débit moyen sur la période été-automne, le débit moyen sur la période hiver-printemps, le débit moyen sur 14 jours pour la période hiver-printemps (récurrence de deux ans), le débit sur sept jours minimal annuel (récurrence deux ans), et le débit minimal sur sept jours sur la période été-automne (récurrence deux ans). Afin de faciliter l'analyse, les tronçons ont été regroupés par bassin versant. Les figures représentent donc les tronçons regroupés de la rivière aux Brochets et du lac Champlain, de la rivière Yamaska, de la rivière Yamaska Sud-Est et des rivières Sutton, Missisquoi et de la Roche.

Tableau 3.1 : Tronçons sélectionnés de l'Atlas hydroclimatique (MELCCFP, 2022a) et leurs caractéristiques ainsi que les stations de suivi de la qualité de l'eau (MELCCFP, 2023b) sélectionnées et leurs caractéristiques (a).¹

Tronçons (Atlas hydroclimatique)					Stations sélectionnées (Atlas de l'eau)			(x) ³
Nom	Identifiant	Aire (km ²)	Influence ²	BV secondaire	Nom	Identifiant	Aire (km ²)	
Riv. Yamaska - aval	MONT00224	1261.7	Influencé	Riv. Yamaska	-	-	-	-
Lac Boivin	MONT00232	205.2						
Riv. Yamaska - Bromont	MONT00283	353.6			Riv. Yamaska - aval de la prise d'eau de Bromont	03030199	436.81	En amont (Bromont)
Riv. Yamaska - exutoire lac Brome	MONT00326	187.5			Riv. Yamaska - exutoire du lac Brome	03030094	186.41	-
Lac Brome	MONT00327	186.3	Aucune		-	-	-	-
Riv. Yamaska Sud-Est - Farnham	MONT00395	417.2	Aucune	Riv. Yamaska Sud-Est	Riv. Yamaska Sud-Est - amont du confluent avec la Riv. Yamaska à Farnham	3030031	412.78	En aval (Farnham)
Riv. Yamaska Sud-Est - aval lac Davignon	MONT00402	286.8			-	-	-	-
Riv. Yamaska Sud-Est - exutoire lac Davignon	MONT00413	210.5						
Lac Davignon	MONT00414	209.6						
Riv. Yamaska Sud-Est - affluent	MONT00422	113.6			Riv. Yamaska Sud-Est - amont du lac Davignon à Brome ouest	3030041	174.34	En aval (Cowansville)

1 : Sect. : secteur ; Riv. : rivière ; Rui. : ruisseau ;

2 : Influence en lien avec la présence de barrages ou de seuils ;

3 : Emplacement de la prise d'eau municipale par rapport à la station d'échantillonnage.

Tableau 3.2 : Tronçons sélectionnés de l'Atlas hydroclimatique (MELCCFP, 2022a) et leurs caractéristiques ainsi que les stations de suivi de la qualité de l'eau (MELCCFP, 2023b) sélectionnées et leurs caractéristiques (b).¹

Tronçons (Atlas hydroclimatique)					Stations sélectionnées (Atlas de l'eau)			(x) ³
Nom	Identifiant	Aire (km ²)	Influence ²	BV secondaire	Nom	Identifiant	Aire (km ²)	
Riv. Sutton - aval	MONT00636	168.9	Aucune	Riv. Sutton	-	-	-	-
Riv. Missisquoi - aval	MONT00701	1 014.8	Potentielle	Riv. Missisquoi	-	-	-	-
Riv. aux Brochets - aval	MONT00922	655.2	Potentielle	Riv. Aux Brochets	-	-	-	-
Riv. aux Brochets – Canton de Bedford	MONT00931	413.77						
Riv. aux Brochets – Stanbridge East	MONT00942	223.29						
Lac Champlain	MONT00606	21 282.6	Aucune	Lac Champlain	Riv. aux Brochets – amont du lac Champlain à Pike River	3040015	586.29	En aval (Saint-Armand)
					Rui. au Castor – avant l'embouchure du lac Champlain à Pike River	3040075	14.17	En aval (Saint-Armand)

1 : Sect. : secteur ; Riv. : rivière ; Rui. : ruisseau ;

2 : Influence en lien avec la présence de barrages ou de seuils ;

3 : Emplacement de la prise d'eau municipale par rapport à la station d'échantillonnage.

Généralement, les variables hydrologiques pour les scénarios RCP 4.5 et RCP 8.5 sont semblables pour l'horizon 2011-2040, et deviennent de plus en plus distinctes vers l'horizon 2071-2100. La dispersion des résultats, présentée à l'aide des percentiles, augmente aussi pour les horizons futurs, soit 2041-2070 et 2071-2100 à cause de l'incertitude reliée à l'analyse des conditions hydrologiques pour des horizons lointains. Excepté pour le lac Champlain, les tendances sont relativement uniformes pour les sous-bassins du territoire. Pour le lac Champlain, il y a une moins grande variabilité du débit moyen, des étiages moins sévères et une crue peu affectée par les changements de scénarios et d'horizons. De plus, les débits présentés sont supérieurs à ceux des autres tronçons étudiés, en raison de la grande superficie couverte par le tronçon (21 283 km²).

Pour tous les tronçons analysés, les figures présentées à l'annexe 3 indiquent que le débit moyen annuel (QMOYAN) augmente légèrement pour l'horizon 2011-2040, par rapport à la référence. Les valeurs pour les horizons 2041-2070 et 2071-2100 varient selon le scénario (RCP 4.5 ou RCP 8.5), même si la moyenne demeure près de la valeur du débit moyen de 2011-2040.

Le débit moyen sur la période été-automne (QMOYEA) présente une faible diminution pour l'horizon 2011-2040. Les débits évalués pour les horizons plus lointains diminuent plus fortement. Le débit moyen sur la période hiver-printemps (QMOYHP) présente une faible augmentation, de moins de 1 m³ pour tous les tronçons, sauf celui du lac Champlain. Le débit moyen maximal sur 14 jours sur la période hiver-printemps de récurrence de 2 ans (Q14MAX2HP) présente une diminution modérée. Le débit moyen minimal annuel sur 7 jours de récurrence de 2 ans (Q7MIN2AN) présente une diminution modérée à importante (de l'ordre de 20 à 30%). Le débit moyen minimal sur 7 jours pour la période été-printemps de récurrence de 2 ans (Q7MIN2EA) présente les mêmes caractéristiques que le Q7MIN2AN, avec une diminution plus significative.

En résumé, les projections selon trois horizons (2011-2040, 2041-2070 et 2071-2100) et deux scénarios climatiques (RCP 4.5 et RCP 8.5) montrent que le débit annuel moyen augmente, le débit été-automne diminue et le débit hiver-printemps augmente, par rapport à la période de référence (1981 à 2010). De plus, la crue et les étiages diminuent, pour le scénario RCP4,5 de l'horizon 2011-2040. Ce phénomène s'expliquerait par une diminution des précipitations solides à l'hiver en raison d'une fréquence plus élevée du nombre de redoux hivernaux. Ceci devrait favoriser l'infiltration au détriment du ruissellement qui devrait ainsi diminuer lors de la fonte, causant une baisse de l'ampleur des crues printanières. Malgré cette analyse, les tendances présentées ici sont considérées incertaines pour de nombreuses rivières (MELCCFP, n. d.a). Les projections d'Ouranos pour les débits moyens, les étiages et les crues indiquent des tendances similaires, soit une augmentation du débit des cours d'eau en hiver et un étiage sévère en été (Ouranos, 2020).

3.1.2 Qualité de l'eau de surface

L'Atlas de l'eau et la base de données du suivi physicochimique des rivières et du fleuve (MELCCFP, 2023b; MELCCFP, 2023f) ont permis d'évaluer les principales caractéristiques d'intérêts pour la qualité de l'eau, de même que l'IQBP6, un indice de qualité d'eau utilisé pour caractériser les rivières. L'IQBP6 est basé sur six paramètres : le phosphore total, l'azote ammoniacal, les coliformes fécaux, la matière en suspension, les nitrites-nitrates et la chlorophylle A active. Ces composés d'intérêt sont évalués pendant les mois de mai à octobre, où les eaux sont libres de glace, et les données de trois années consécutives sont utilisées pour le calcul. Cela permet de réduire l'incertitude reliée à la variabilité durant l'année et de représenter toutes les conditions météorologiques possibles. Il n'est cependant pas recommandé d'utiliser une trop longue plage de données, 10 ans par exemple (MELCCFP, 2022b). L'IQBP6 est calculé à partir d'une attribution de sous-indice à chacun des paramètres évalués. Ces sous-indices sont liés à des classes de qualité d'eau. La valeur de l'IQBP6 sélectionnée pour chaque paramètre représente le sous-indice le plus faible entre toutes les analyses de ce paramètre, et l'IQBP final est la médiane de ces valeurs. Finalement, l'IQBP6 est classé en six catégories de qualité d'eau, de E (très mauvaise) à A (bonne), qui représentent les sous-indices de 0-19 et 80-100, respectivement (MELCCFP, 2022b).

Afin de caractériser les cours d'eau d'intérêt du territoire à l'étude, six stations de suivi de l'Atlas de l'eau ont été sélectionnées (carte 8). Ces stations représentent la rivière Yamaska en amont et en aval du territoire, la rivière Yamaska Sud-Est, la rivière aux Brochets et un affluent de la rivière au Brochets en amont du lac Champlain. Ces stations ont été sélectionnées parce que les rivières qu'elles représentent sont des sources d'approvisionnement en eau de surface pour les municipalités de Bromont, Farnham, Cowansville et Saint-Armand. Pour les six stations sélectionnées, pour la période de mai 2020 à octobre 2022, les indices de l'IQBP6 sont présentés à l'annexe 4 pour la région d'étude.

La rivière Yamaska, à sa source au lac Brome, présente un IQBP6 de 52, soit une qualité d'eau douteuse. Les sous-indices montrent que c'est la chlorophylle A active qui cause cette qualité d'eau douteuse. Effectivement, les autres paramètres présentent des sous-indices plus élevés, signifiant une meilleure qualité d'eau. Pour la rivière Yamaska en aval de la prise d'eau de Bromont, l'IQBP6 est de 58, donc une qualité encore douteuse. Il est intéressant de constater que la qualité de l'eau n'est pas trop dégradée entre ces deux stations de mesure.

La rivière Yamaska Sud-Est, pour sa part, a un IQBP6 de 86 correspondant à une bonne qualité d'eau. La station de mesure se situe en amont du lac Davignon, la prise d'eau de la ville de Cowansville. Les cours d'eau en amont de cette station sont des petits tributaires. L'occupation du sol est majoritairement forestière à l'est du territoire, ce qui favorise généralement le bon état des cours d'eau. Au confluent entre la rivière Yamaska et la rivière Yamaska Sud-Est, à Farnham, la rivière Yamaska Sud-Est présente un IQBP6 de 68, soit une qualité d'eau satisfaisante. Par rapport à la station située en amont du lac Davignon, il y a tout de même une diminution de la qualité d'eau, mais elle reste satisfaisante.

La rivière aux Brochets en amont du lac Champlain, à Pike River, présente un IQBP6 de 60, donc une qualité d'eau satisfaisante. Cependant, l'IQBP6 d'un tributaire de la rivière aux Brochets, le ruisseau au Castor, présente un IQBP6 de 17, soit une eau de qualité très mauvaise. Cela peut s'expliquer par l'occupation du sol agricole dans l'ouest du territoire qui occasionne des impacts sur les cours d'eau, notamment en raison du ruissellement de surface qui apporte une grande quantité d'engrais/éléments nutritifs dans les cours d'eau, et de l'érosion des berges qui favorise le transport de sédiments.

L'IQBP6 a également été analysé sur la période de 2000 à 2019 à l'aide des données de la Base de données du Suivi physicochimique des rivières et du fleuve (MELCCFP, 2023f). La figure 3.1 présente les tendances des indices d'IQBP6 pour les six stations de mesure sélectionnées (les paramètres nécessaires au calcul de l'indicateur pour chaque station se retrouvent à l'annexe 4; MELCCFP, 2023d). L'IQBP6 mesuré à l'exutoire du lac Brome montre une qualité d'eau douteuse à satisfaisante, et qui est très variable. Ensuite, la qualité de l'eau s'améliore, passant de douteuse à satisfaisante en allant vers l'aval de la rivière Yamaska. Pour la rivière Yamaska Sud-Est au lac Davignon, la bonne qualité de l'eau est stable, et présente même une tendance à l'amélioration. Pour les affluents du lac Champlain, la rivière aux Brochets a une qualité qui oscille entre douteuse et satisfaisante, et montre une tendance à l'amélioration, tandis que le ruisseau au Castor, tel que mentionné précédemment, présente une qualité d'eau très mauvaise à douteuse.

Les paramètres importants intégrés au calcul de l'IQBP6, soit le phosphore total (PTOT), l'azote ammoniacal (NH_3), les nitrates et nitrites (NO_x) et les matières en suspension (MES), ont été représentés individuellement, à l'aide des données de la Base de données du suivi physicochimique des rivières et du fleuve (MELCCFP, 2023f). Ces graphiques présentent les moyennes annuelles pour chaque paramètre (pouvant inclure des valeurs extrêmes). Ces moyennes sont calculées à partir des trois échantillonnages effectués chaque année. Les figures 3.2 à 3.5 indiquent des tendances semblables à celle des indices d'IQBP6. Les critères de qualité de l'eau de surface ont été établis par la Banque de données sur la qualité du milieu aquatique (BQMA), à partir des critères de qualité d'eau de surface du ministère (MELCCFP, 2023d; MELCCFP, n. d.b) indiquées dans le tableau 3.3.

Tableau 3.3 : Critères de protection de la qualité des plans et cours d'eau (MELCCFP, n. d.b).

Paramètre	Unités	Valeur	Description
Phosphore total (PTOT)	mg/L	0.03	Protection de la vie aquatique (effet chronique), Activités récréatives et esthétique
Azote ammoniacal (NH_3)	mg/L	0.20	Efficacité de la désinfection lors de l'approvisionnement en eau brute
Nitrates et nitrites (NO_x)	mg/L	3.00	Protection de la vie aquatique (effet chronique)
Matière en suspension (MES)	mg/L	13.00	Valeur repère à titre indicatif

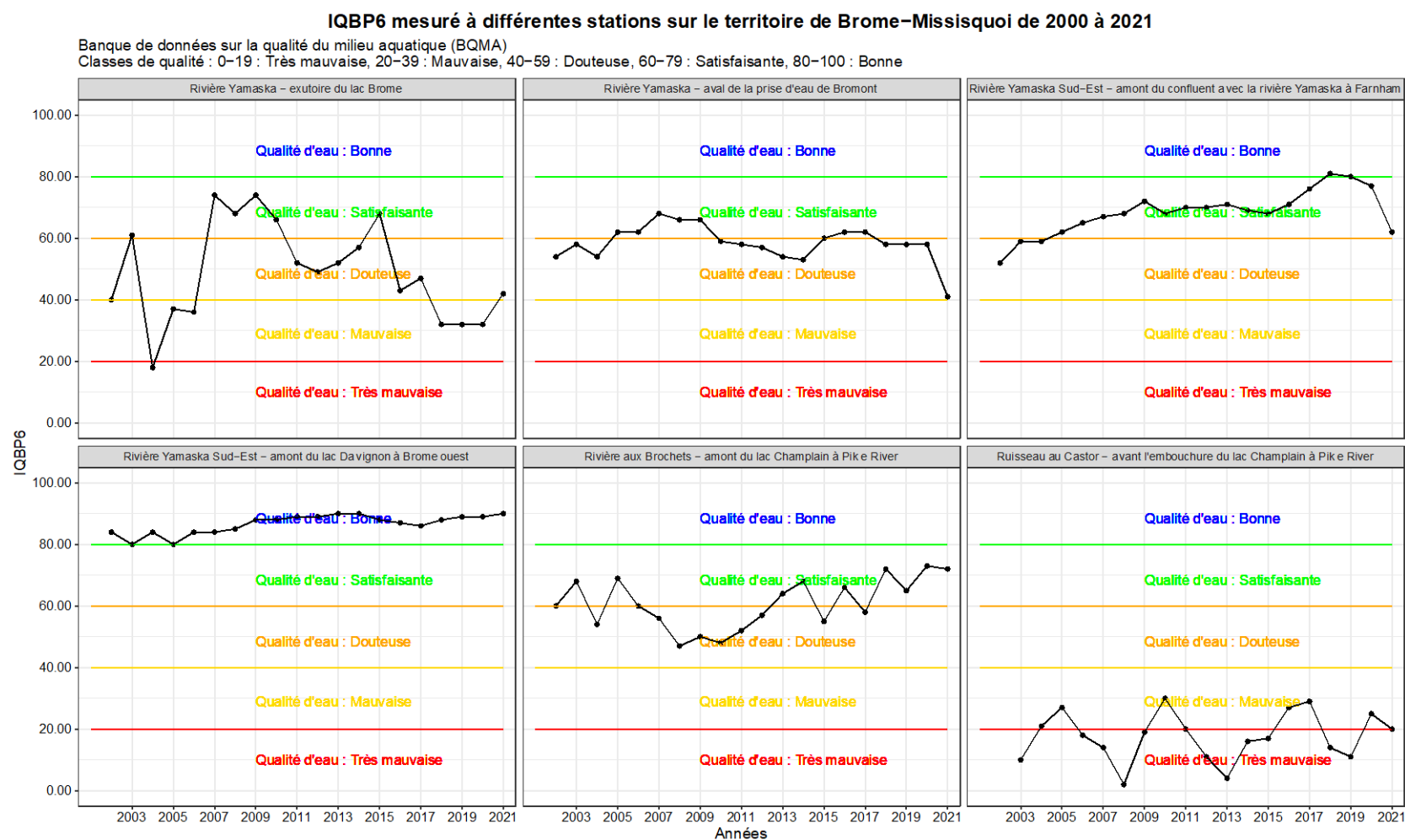


Figure 3.1 : Évolution de l'indice de qualité de l'eau (IQBP6) mesuré à différentes stations sur le territoire de la MRC Brome-Missisquoi pour la période de 2000 à 2021.

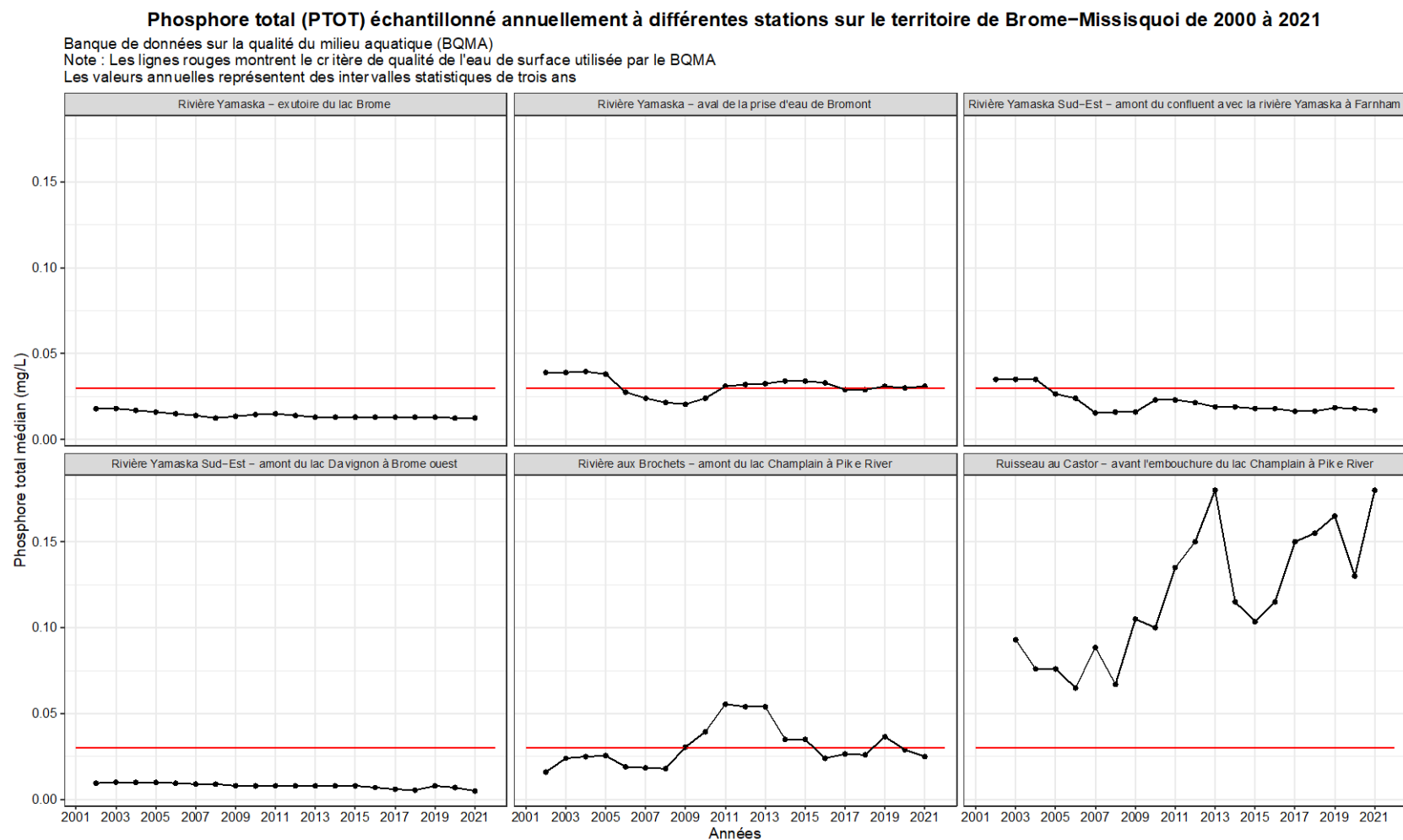


Figure 3.2 : Évolution de la concentration médiane en phosphore total (PTOT) échantillonné trois fois par an aux stations sélectionnées sur le territoire de la MRC Brome-Missisquoi de 2000 à 2021.

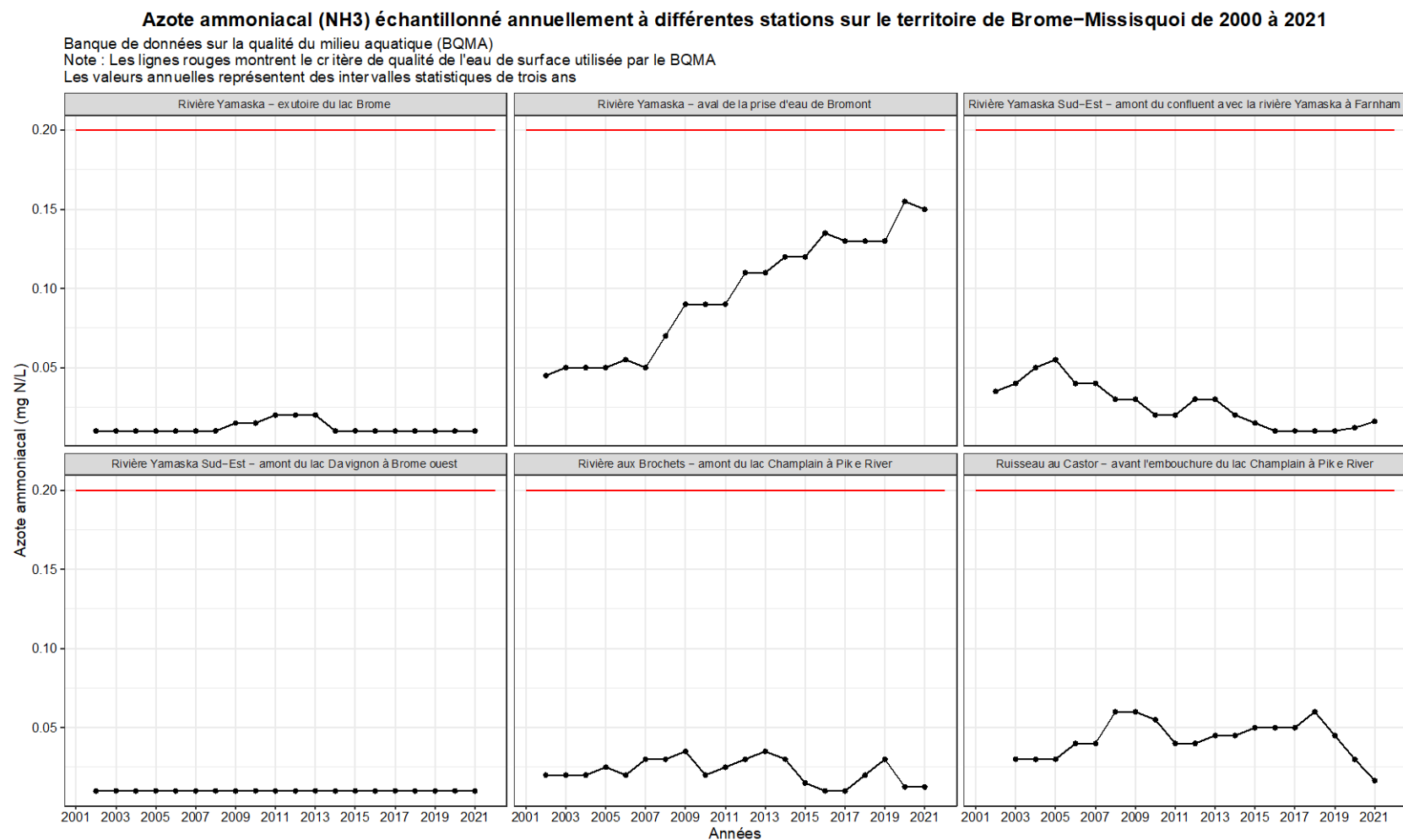


Figure 3.3 : Évolution de la concentration médiane en azote ammoniacal (NH₃) échantillonné trois fois par an aux stations sélectionnées sur le territoire de la MRC Brome-Missisquoi de 2000 à 2021.

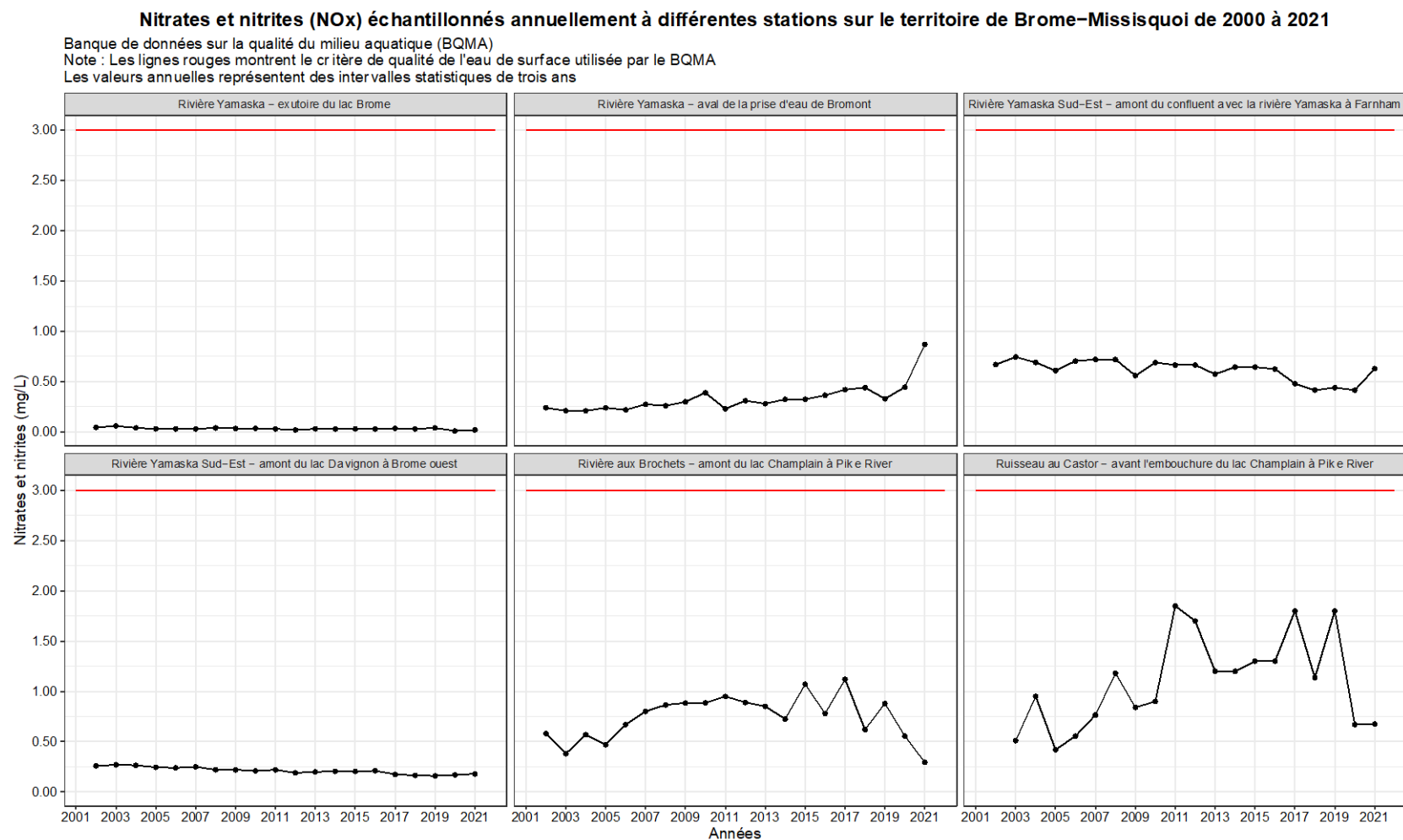


Figure 3.4 : Évolution de la concentration médiane en nitrites et nitrates (NOx) échantillonnés trois fois par an aux stations sélectionnées sur le territoire de la MRC Brome-Missisquoi de 2000 à 2021.

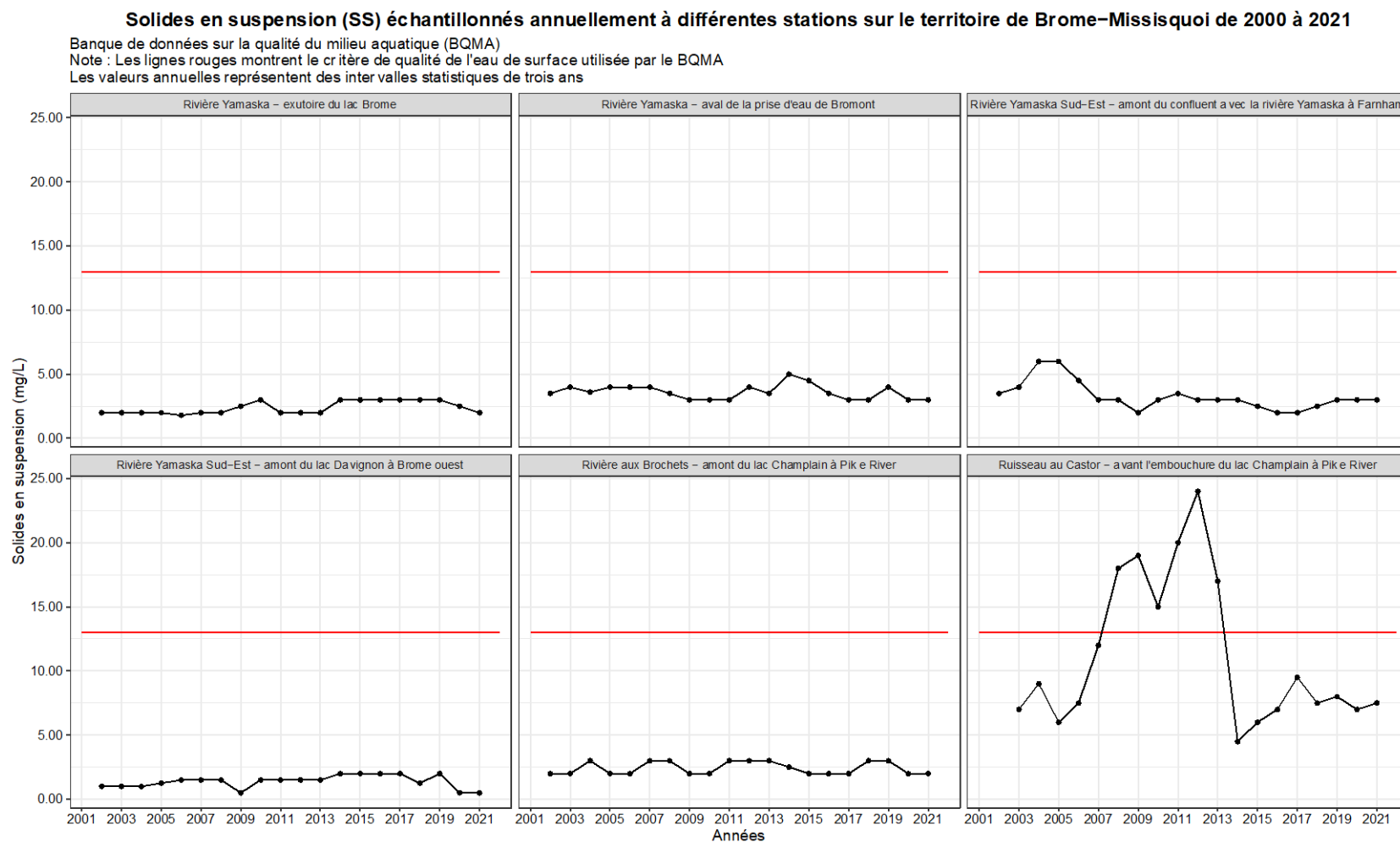


Figure 3.5 : Évolution de la concentration médiane des matières en suspension (MES) échantillonnées trois fois par an aux stations sélectionnées sur le territoire de la MRC Brome-Missisquoi de 2000 à 2021.

La figure 3.2 présente les concentrations de phosphore total mesurées aux stations sélectionnées sur le territoire à l'étude. Tel que décrit et présenté avec les IQBP, les concentrations de phosphore dans l'eau suivent la qualité de l'eau évaluée par les IQBP. Les stations de la rivière Yamaska, de la rivière Yamaska Sud-Est et de la rivière aux Brochets semblent démontrer des améliorations. La concentration se maintient sous le critère de protection de la qualité de l'eau. Une exception est cependant présente à la station du ruisseau au Castor qui présente des concentrations très élevées en phosphore qui dépassent le critère de qualité d'eau pour toutes les années étudiées.

La figure 3.3 présente les concentrations en azote ammoniacal mesurées dans les cours d'eau sélectionnés. Toutes les stations ont des mesures qui sont sous le critère d'efficacité de désinfection lors du traitement de l'eau potable. Chaque station démontre des tendances à l'amélioration, à l'exception de la station en aval de la prise d'eau de Bromont. La cause de cette observation devra faire l'objet d'une évaluation plus détaillée.

La figure 3.4 montre les concentrations en nitrites-nitrates mesurées dans les cours d'eau sélectionnés. Toutes les stations ont des valeurs qui sont sous le critère d'efficacité de désinfection lors du traitement de l'eau potable. La station à l'aval de la prise d'eau de Bromont et celle située au confluent de la rivière Yamaska et Yamaska Sud-Est présentent des concentrations qui augmentent pour les dernières années mesurées. Aussi, la station située au ruisseau au Castor montre des résultats très variables. Cela peut s'expliquer par la petite taille de ce cours d'eau et par l'apport de nutriments en raison des activités agricoles sur le territoire du sous-bassin.

La figure 3.5 illustre la concentration de matières en suspension (MES) dans les cours d'eau étudiés. Toutes les stations ont des concentrations sous le critère de qualité d'eau. Les concentrations pour toutes les stations sont aussi relativement stables, à l'exception de la station du ruisseau au Castor. Cette grande variabilité de concentration des MES peut s'expliquer par le transport de sédiments dans le cours d'eau dû à l'érosion des berges ou aux épisodes de précipitations intenses sur les terres agricoles.

L'Atlas de l'eau (MELCCFP, 2023b) a également permis de déterminer d'autres caractéristiques intéressantes quant à la qualité de l'eau. D'abord, il permet de déterminer l'état trophique des lacs du territoire à l'étude. Les trois états trophiques principaux sont oligotrophes, mésotrophes et eutrophes. Ces états décrivent le vieillissement naturel d'un lac, phénomène qui peut être accéléré selon les activités anthropiques. Un lac oligotrophe contient peu de matière organique et nutritive, un lac mésotrophe est dans un état transitoire, dans lequel la matière organique et les nutriments s'accumulent, et un lac eutrophe contient une grande quantité de sédiments et de matière organique. Les lacs eutrophes ont une faible concentration en oxygène dissous, ce qui est nuisible pour les organismes aquatiques (MELCCFP, n. d.c). Les lacs d'intérêt sur le territoire sont les suivants : le lac Brome, source de la rivière Yamaska, qui a un état mésotrophe et le lac Davignon qui a un état de transition méso-eutrophe. La période de suivi pour ces lacs est de 2008 à 2022.

Ensuite, le suivi de l'état du Saint-Laurent rapporte des informations pertinentes sur la contamination par les éléments toxiques des rivières Yamaska et Richelieu (Laliberté, 2020). Seule la rivière Yamaska se trouve dans la région d'étude. Les substances toxiques suivies sont les suivantes : les biphényles polychlorés (BPC), les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), les dioxines et les furanes polychlorés (PCDD/F) et les polybromodiphényléthers (PBDE) donc les pentabromodiphényléthers (penta-BDE) (Laliberté, 2020). Le rapport du programme de l'état du Saint-Laurent présente les enjeux suivants :

- La mauvaise qualité de l'eau connue pour la rivière Yamaska, en raison du grand nombre d'industries et de l'agriculture qui contribuent à pollution,
- La présence de polluants (énoncés plus haut) issus de produits chimiques industriels et de processus naturels (feux de forêt).

Afin de caractériser les polluants, les critères d'évaluation des polluants ont été déterminés avec les critères du MELCCFP pour une protection de contamination de la vie aquatique et organismes piscivores (MELCCFP, n. d.b). Les polluants suivis représentent notamment un danger pour la faune et la flore aquatique. Un suivi de la rivière sur une période de 18 ans, soit de 2001 à 2019 a été réalisé. Ce suivi a permis de prélever 65 échantillons à Saint-Hyacinthe (rivière Yamaska), en aval de la MRC Brome-Missisquoi. Les mesures de turbidité sont maximales entre mars et avril, et la valeur de 162 UTN (unités de turbidité néphélométriques) a été mesurée en 2005. La concentration en BPC est en baisse entre 2014 et 2019, par rapport aux données antérieures. La concentration en HAP ne montre pas de réduction, avec 47% des échantillons qui dépassent la norme entre 2014 et 2019. Les PCDD/F présentent des dépassements importants et aucune réduction par rapport aux années antérieures n'est visible. Finalement, les PBDE présentent une baisse significative pour les années 2014 à 2019, par rapport aux années antérieures. Les mesures des PBDE sont même sous la concentration réglementaire. Cette baisse de concentration des PBDE dans la rivière Yamaska démontre l'efficacité de la réglementation du Canada pour le penta-BDE (maximum de 200 mg/L) entrée en vigueur en 2008 (Gouvernement du Canada, 2022).

La figure 3.2 démontre qu'il y a un apport important en phosphore dans le lac Champlain. Cette problématique est connue et est considérée par les gouvernements québécois et américains. Effectivement, le lac Champlain fait l'objet d'un suivi particulier, régi par une entente entre les gouvernements du Québec et de l'État du Vermont (MRC Brome-Missisquoi, 2023a). Cette entente vise la réduction de l'apport en phosphore dans la baie Missisquoi. Tel que présenté avec les IQBP6 et les paramètres individuels (figures 3.1 et 3.2), les tributaires du lac Champlain présentent des grandes concentrations en phosphore, en raison principalement des activités agricoles sur le territoire du bassin versant du lac Champlain. Le rapport de Simoneau (2019) sur la qualité de l'eau des tributaires de la baie Missisquoi indique qu'un réseau de suivi a été mis en place par le gouvernement du Québec en 1998 afin de dresser un portrait des concentrations en phosphore des affluents dans la Baie Missisquoi. Onze stations d'échantillonnage sont présentes et actives aux affluents de la baie Missisquoi. Ces stations se situent sur le territoire de la MRC soit sur les rivières de la Roche en amont et en aval, aux Brochets en amont et en aval, Sutton, Missisquoi en amont et en aval. À l'aide des données recueillies grâce au réseau de suivi, il est possible de noter une réduction des apports à plusieurs stations, ce qui suggère une baisse des sources de pollution ponctuelles et diffuses, la pollution diffuse étant majoritairement de source agricole. La diminution estimée de l'apport en phosphore du territoire québécois est de 19% entre les années 2001 et 2017. L'apport en phosphore est donc passé de 64 à 52 tonnes par an. La cible annuelle d'apport en phosphore, établie par le « *Total Maximum Daily Load – TMDL* » en 2015, est de 32.4 tonnes par an pour le Québec (Simoneau, 2019).

3.2 RESSOURCES EN EAU SOUTERRAINE

Les ressources en eau souterraine de la région d'étude peuvent être déterminées par l'exploitabilité du système aquifère, selon la quantité et la qualité, par la recharge des nappes, et par la vulnérabilité de l'aquifère. La qualité de l'eau souterraine est également importante à prendre en considération lors de l'analyse de l'exploitabilité des ressources. Les informations concernant l'exploitabilité de la ressource en eau souterraine, la recharge des nappes, la piézométrie et la vulnérabilité de l'aquifère rocheux sont tirées des travaux réalisés dans le cadre du projet PACES Montérégie Est (Carrier et al., 2013).

3.2.1 Quantité de l'eau souterraine

L'exploitation durable de l'eau souterraine nécessite de prélever seulement une portion limitée de la quantité d'eau souterraine qui est renouvelée annuellement par la recharge des nappes; idéalement une proportion inférieure à 10% ou 20%. La « disponibilité » de l'eau souterraine est ainsi reliée à la recharge des nappes. Il faut toutefois distinguer la « disponibilité » de « l'exploitabilité » de l'eau souterraine qui dépend plutôt de la capacité d'extraire l'eau des aquifères. Ainsi, les aquifères très perméables offrent une bonne exploitabilité. Les aquifères granulaires sont généralement plus perméables que les aquifères de roc fracturé. Malheureusement, la région d'étude présente peu de secteurs où on retrouve des aquifères granulaires, comme dans la vallée de la rivière Sutton. La majorité du territoire ne permet l'exploitation de l'eau souterraine que dans l'aquifère rocheux fracturé qui a une perméabilité relativement faible et ne permet que des débits limités par les puits qui y sont installés.

Les travaux réalisés par le PACES Montérégie Est (Carrier et al., 2013) montrent que la disponibilité de la ressource en eau souterraine sur le territoire est bonne. Effectivement, sur le territoire à l'étude, l'aquifère rocheux permet une recharge importante, dépassant 200 mm/an. La recharge présente toutefois des disparités spatiales à mettre en lien avec le relief. En effet, les hauts topographiques sont généralement des zones de recharge préférentielle tandis que les vallées sont souvent associées aux zones d'émergence des eaux souterraines. La recharge est donc plus élevée à l'est dans les Appalaches et plus modérée mais tout de même bonne à l'ouest, dans les Basses-Terres.

La zone externe des Appalaches présente un potentiel d'exploitabilité intéressant qui est, cependant, limité aux vallées où se retrouvent des accumulations significatives de dépôts de sédiments fluvioglaciers perméables. La zone interne des Appalaches présente également un potentiel intéressant en hauteur, où l'épaisseur de till est faible. Des zones de résurgence sont présentes dans les vallées de la zone interne des Appalaches, où les sédiments fins réduisent la vulnérabilité de l'aquifère. Finalement, la colline montréalaise dans le secteur à l'étude, le mont Brome, présente un potentiel d'exploitabilité intéressant, dans le roc fracturé et les dépôts meubles.

Régionalement, la disponibilité de la ressource en eau souterraine peut donc être estimée en calculant la recharge de l'aquifère rocheux. Un premier aperçu de la distribution de la recharge de l'aquifère rocheux est disponible sur la carte 11 tirée du PACES Montérégie Est (Carrier et al., 2013). Une actualisation de ces données pourrait être faite en utilisant de nouveaux outils exploitant le modèle HELP (*Hydrologic Evaluation of Landfill Performance*). Ces outils sont regroupés dans la librairie PyHELP disponible en ligne (consulter le site suivant : <https://github.com/cgq-qgc/pyhelp>) qui permet également l'usage de simulations climatiques (Ballard et al., 2022) pour estimer la recharge dans le futur comme déjà appliqué dans un précédent projet en Montérégie Ouest (Ballard et al., 2022).

Afin de maintenir un équilibre entre ce taux de renouvellement et les prélèvements d'eau souterraine, il est nécessaire de conserver sur le long terme un niveau d'exploitation durable pour ne pas utiliser plus d'eau souterraine que de recharge. Les cartes décrites à la section 4.1 précisent d'ailleurs le niveau d'usage (ratio usage/recharge) en l'état actuel des connaissances, mais une actualisation serait nécessaire pour mieux préciser le niveau d'usage actuel et futur. Quant à l'exploitabilité, elle est plutôt liée à des considérations locales reliées à la productivité de l'aquifère. En effet, les travaux de Laurencelle (2018) ont confirmé la faible productivité générale de l'aquifère régional même si les puits forés au roc offrent généralement des débits suffisants permettant de répondre aux besoins des résidents, de certains producteurs agricoles ou d'activités (comme des golfs par exemple). En effet, les gros prélèvements sont plus souvent associés aux aquifères granulaires qui offrent des débits plus conséquents. De plus, la productivité du roc est reliée à la présence de fractures perméables qui sont essentiellement concentrées dans les premiers mètres sous la surface du roc et dont la densité décroît en profondeur. Ainsi, une baisse des niveaux de nappe peut affecter la productivité d'un approvisionnement en eau en raison du dénoyage de la partie sommitale du roc (là où sont essentiellement concentrées les fractures perméables). C'est pourquoi, il est nécessaire de maintenir un suivi de l'état des nappes et notamment des étiages afin de pouvoir anticiper des éventuels épisodes d'étiages sévères (comme en 2021), d'adapter au besoin les usages et d'éviter les pénuries d'eau dans certains approvisionnements.

C'est dans ce contexte que le MELCCFP a récemment démarré un projet de Bulletin d'état des nappes dans le but d'exploiter les données de niveau de nappe du réseau de suivi des eaux souterraines du Québec (RSESQ) comprenant 263 stations de suivi actives sur l'ensemble de la province (consulter le site suivant : <https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/piezo/index.htm>). La première édition du Bulletin a été diffusée en 2022 (consulter le site suivant : <https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/piezo/bulletin-2022-printemps.pdf>). Des travaux plus récents (Lefebvre et al., 2023) ont permis d'améliorer l'approche utilisée pour estimer l'état des nappes, évaluer les tendances et prédire les récessions (et donc le niveau de nappe attendu à la fin de la récession estivale) pour un nombre limité de puits. Le Bulletin actuel couvre le sud du fleuve Saint-Laurent, et donc la région d'étude, mais il est éventuellement prévu de l'étendre à l'ensemble du Québec municipalisé. Le choix des puits retenus pour définir l'état des nappes et prédire les récessions s'est basé sur la définition de groupes hydroclimatiques, i.e. de grandes régions aux caractéristiques climatiques et physiographique distinctes (Huchet et al., 2021), au sein desquels des puits « représentatifs » ont été sélectionnés. Bien que des incertitudes persistent, notamment sur la représentativité des puits sélectionnés, et que des travaux restent à faire pour améliorer ce Bulletin, il offre toutefois un premier aperçu de l'état de la ressource en eau souterraine et des tendances observées.

L'outil de gestion Sardes (Suivi, analyse et représentation de données d'eau souterraine) développé par Gosselin et al. (2020) permet d'extraire les informations de la base de données (BD) du RSESQ. Ainsi, 10 puits du RSESQ sont implantés dans la MRC (tableau 3.4). Tous ces puits sont actifs et offrent des périodes de suivi qui commencent à être intéressantes pour leur exploitation (10.9 à 12.4 ans au 3 mai 2023). Sur ces 10 puits, six retranscrivent les fluctuations de la nappe dans le roc, les quatre autres ayant été forés dans un aquifère granulaire. Les conditions de confinement de ces 10 puits peuvent varier selon la méthode utilisée pour les définir. Il est toutefois préférable de se baser sur l'approche appliquée par l'INRS dans Gosselin et al. (2020) car plus robuste. Ainsi, la BRF (*Barometric Response Function* ou Fonction de Réponse Barométrique) indique que huit puits sont en conditions de nappe libre, un seul en conditions de nappe semi-captive et un dernier sous influence (par exemple par un pompage à proximité qui perturbe l'hydrogramme).

Tableau 3.4 : Caractéristiques des 10 stations de suivi du RSESQ localisées dans les limites de la MRC Brome-Missisquoi.

Puits		Municipalité	Aquifère	Suivi			Niveau moyen (m)
ID	Nom			Début	État	Durée (an) ¹	
03030011	PO-20	Brome	Roc	2010-11-26	Actif	12.4	2.016
03030016	PO-2-A	Bromont	Granulaire	2011-11-01	Actif	11.5	3.667
03030017	PO-2-B	Bromont	Roc	2011-10-31	Actif	11.5	3.045
03030014	P-18-A	Cowansville	Granulaire	2011-10-26	Actif	11.5	10.379
03030015	P-18-B	Cowansville	Roc	2011-10-25	Actif	11.5	11.28
03040013	PO-10	Frelighsburg	Roc	2010-12-11	Actif	12.4	11.255
03040012	PO-16-A	Saint-Ignace-de-Stanbridge	Granulaire	2010-12-11	Actif	12.4	1.721
03040016	PO-16-B	Saint-Ignace-de-Stanbridge	Roc	2011-02-01	Actif	12.2	2.159
03040017	PO-22-A	Sutton	Granulaire	2011-10-26	Actif	11.5	0.414
03040018	PO-22-B	Sutton	Roc	2012-06-06	Actif	10.9	0.573

Puits		Confinement ²		Influence ²		Usage ³	
ID	Nom	MELCCFP ¹	INRS	MELCCFP	INRS	État	Prévision
03030011	PO-20	Captive	N/A	Non	Oui	N/A	N/A
03030016	PO-2-A	Libre	Libre	N/A	Non	Oui	Oui
03030017	PO-2-B	Libre	Semi-captive	N/A	Non	N/A	N/A
03030014	P-18-A	Libre	Libre	N/A	Non	Oui	Oui
03030015	P-18-B	Captive	Libre	N/A	Non	Oui	N/A
03040013	PO-10	Libre	Libre	N/A	Non	N/A	N/A
03040012	PO-16-A	Captive	Libre	N/A	Non	N/A	N/A
03040016	PO-16-B	Captive	Libre	N/A	Non	Oui	N/A
03040017	PO-22-A	Captive	Libre	N/A	Non	Oui	Oui
03040018	PO-22-B	Captive	Libre	N/A	Non	Oui	N/A

1 : La durée pourrait être plus longue car elle est calculée à la date de la dernière relève des sondes soit le 3 mai 2023 ;

2 : Le confinement et l'influence potentielle est soit basé sur les informations de la BD du RSESQ extraites de Sardes (MELCCFP) ou sur les travaux de Gosselin et al. (2020) utilisant la BRF (INRS) ;

3 : Cette colonne indique si le puits est utilisé pour définir l'état des nappes ou la prévision des récessions dans le Bulletin d'état des nappes (Lefebvre et al., 2023).

Six des puits du RSESQ dans la région d'étude ont été retenus dans le Bulletin pour définir l'état des nappes et trois ont été sélectionnés pour prédire les récessions. Les informations extraites des derniers Bulletins pour ces six puits sont indiquées dans le tableau 3.5.

Tableau 3.5 : État des nappes défini pour les six puits du RSESQ situés dans les limites de la MRC Brome-Missisquoi et intégrés dans le Bulletin.

Puits		Zone hydroclimatique		2021 ¹		2022 ²		2023 ²	
ID	Nom	Secteur	Groupe	P ³	A ⁴	P ³	A ⁴	P ³	A ^{4,5}
03030014	P-18-A	Yamaska Nord	Nord-Ouest	-0.8	-2.6	0.3	1.3	0.6	ND
03030015	P-18-B	Yamaska Nord	Nord-Ouest	-0.8	-2.4	-1.0	1.4	0.2	ND
03030016	PO-2-A	Yamaska Nord	Nord-Ouest	-0.8	-1.9	-0.1	-2.3	-0.7	ND
03040016	PO-16-B	Yamaska Sud & Baie Missisquoi	Sud-Ouest	-0.1	-1.7	-0.7	0.5	-0.6	ND
03040017	PO-22-A	Yamaska Sud & Baie Missisquoi	Sud-Ouest	-0.9	-2.3	0.0	0.8	-1.1	ND
03040018	PO-22-B	Yamaska Sud & Baie Missisquoi	Sud-Ouest	-1.3	-2.4	-0.3	0.6	-1.2	ND

1 : En 2021, l'état des nappes était déterminé par le SPLI (Standardized Piezometric Level Index) ;

2 : Depuis 2022, l'état des nappes est défini avec les niveaux normalisés (Lefebvre et al., 2023) ;

3 : « P » réfère au Bulletin du printemps qui retranscrit l'état des nappes à la suite de la recharge printanière (niveau maximal) ;

4 : « A » réfère au Bulletin de l'automne qui retranscrit l'état des nappes à la suite de l'étiage estival (niveau minimal) ;

5 : Les données associées au Bulletin de l'automne 2023 ne sont pas encore disponibles ;

Note : Les sept classes de niveau de nappe et les codes couleurs associés sont les suivants : niveaux très hauts, niveaux hauts, niveaux modérément hauts, niveaux autour de la normale, niveaux modérément bas, niveaux bas et niveaux très bas.

Le Bulletin produit à l'automne 2021 et traduisant le niveau de nappe à la fin de la récession estivale retranscrit bien les conditions critiques rencontrées en 2021 dans beaucoup de puits d'approvisionnement en eau. En effet, l'été 2021 a été marqué par des récessions importantes durant lesquelles plusieurs puits ont atteint leur niveau le plus bas jamais enregistré. L'ensemble des puits du RSESQ présents dans la région d'étude ont d'ailleurs tous atteint la classe de niveau très bas (tableau 3.5). L'hydrogramme du puits 03040018 localisé à Sutton retranscrit d'ailleurs bien les niveaux bas enregistrés dans le roc en 2021 (figure 3.6) qui ont amené plusieurs résidents ou agriculteurs de la région à approfondir leurs puits ou encore à freiner le développement résidentiel de la Ville de Sutton.

Les indicateurs fournis dans le tableau 3.5 suggèrent, d'une part, que le Bulletin est un outil d'intérêt pour la gestion de la ressource en eau sur le territoire de la MRC puisqu'il permet de définir l'état des nappes au printemps et peut permettre d'anticiper des niveaux bas à la fin de la récessions estivale (tableau 3.4). D'autre part, la production de ce Bulletin sur une base biannuelle milite pour le maintien du RSESQ car c'est à partir d'un certain nombre d'années (au moins 10 à 15 ans) que le suivi devient pertinent pour exploiter les données de niveau de nappe. En effet, le suivi des puits du RSESQ permet notamment de suivre les fluctuations de la nappe et d'étudier leurs tendances, d'estimer l'impact des changements climatiques sur les niveaux de nappe et aussi d'évaluer le taux annuel de recharge au droit de certains puits.

Pour les puits du RSESQ localisés dans la région d'étude, la période de suivi dépasse les 10 ans (tableau 3.4), ce qui offre la possibilité d'exploiter les hydrogrammes statistiques générés dans Sardes. Les hydrogrammes statistiques de trois puits du RSESQ localisés dans la MRC Brome Missisquoi sont affichés sur la figure 3.7. Sur cette figure, les mesures sont affichées pour l'année 2021 et aussi pour l'année en cours dont la dernière relève des sondes pressiométriques a été faite le 3 mai 2023. Les hydrogrammes statistiques permettent de mettre les mesures de l'année en cours au regard de ce qui est habituellement mesurés dans le puits depuis le début du suivi. C'est donc un excellent outil puisqu'il est possible de voir que les niveaux de nappe étaient déjà bas (< 25^e percentile) à l'hiver 2021 et même à la fin de l'année 2020 et que la recharge au printemps 2021 n'a pas permis d'éviter des niveaux bas à l'été.

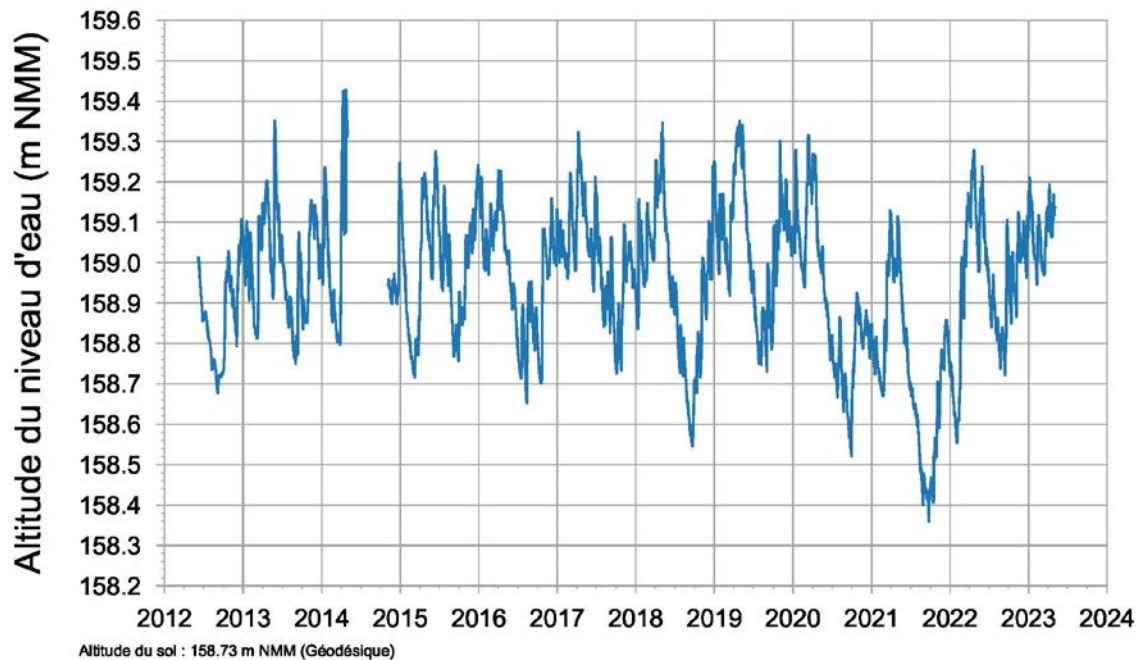


Figure 3.6 : Hydrogramme du puits 03040018 du RSESQ localisé à Sutton.

Il est donc important de mieux connaître les processus associés à la recharge car ceux-ci pourraient être modifiés dans le futur en raison des changements climatiques. L'intégration des données issues de simulations climatiques dans des modèles estimant la recharge (comme PyHELP) devrait permettre de mieux appréhender les éventuelles modifications liées aux changements climatiques sur la disponibilité en eau souterraine. Des études réalisées à l'échelle suprarégionale au sud du fleuve Saint-Laurent (Larocque et al., 2022) et à l'échelle régionale en Montérégie ouest (Ballard et al., 2022) suggèrent une hausse potentielle de la recharge annuelle future. Il est cependant suggéré de refaire l'évaluation de la recharge actuelle et future en se concentrant sur le territoire d'étude afin de mieux définir les potentiels changements futurs.

En effet, selon les simulations climatiques, les redoux hivernaux devraient être plus fréquents, la crue printanière hâtive et les étiages plus longs et plus intenses (Ouranos, 2020). Ceci impactera la dynamique annuelle de la recharge, soit sa distribution dans l'année, en favorisant la recharge hivernale au détriment du pic de recharge printanière habituellement observé au Québec (Larocque et al., 2019). Toutefois, le processus d'infiltration nécessite des investigations complémentaires (Wright et Novakowski, 2022). Ceci va également dans le sens d'un maintien du suivi des puits du RSESQ afin de voir si des modifications sont observées sur les hydrogrammes ou si des tendances se dessinent en lien avec les changements climatiques.

Le suivi des niveaux de nappe pour en dégager des tendances éventuelles a déjà été amorcé par l'UQAM (Larocque et al., 2019) en utilisant les données historiques. Ce travail spécifique a été fait au sud du fleuve Saint-Laurent et a donc considéré quelques puits du RSESQ de la région d'étude sans qu'aucune tendance (positive ou négative) ne ressorte régionalement. Le niveau piézométrique semble plus être influencé par le niveau de confinement, l'altitude du sol, la profondeur du forage et du niveau de nappe.

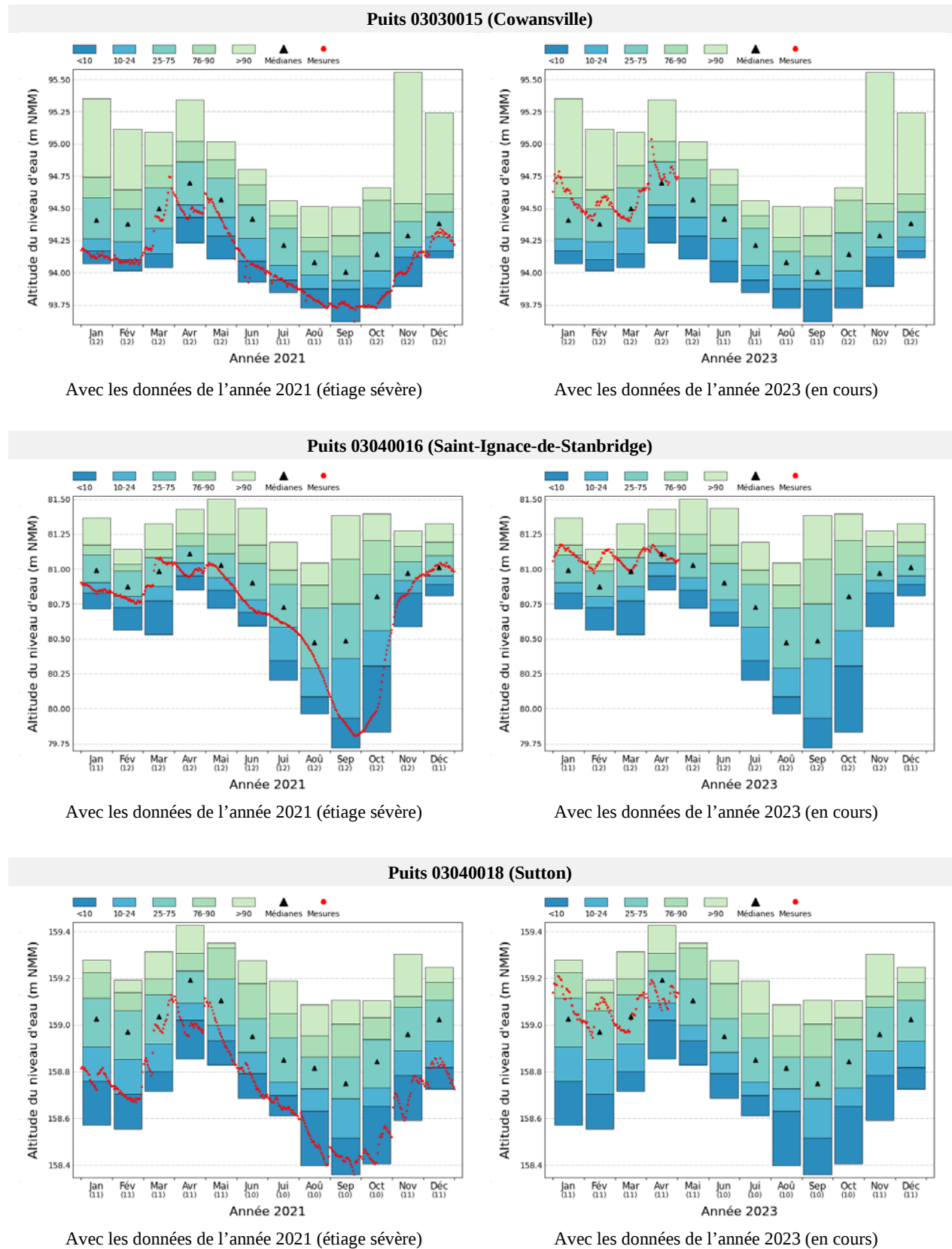


Figure 3.7 : Hydrogrammes statistiques de trois puits du RSEQ situés dans la MRC Brome-Missisquoi.

Le confinement de l'aquifère rocheux est représenté à la carte 9. Trois types de conditions de confinement ont été déterminés, soient les conditions à nappe libre, semi-captive et captive. Ces conditions sont estimées selon l'épaisseur des sédiments argileux et des sédiments indifférenciés à la surface de l'aquifère rocheux (Carrier et al., 2013). Les conditions captives se retrouvent dans les vallées du territoire, soit les vallées de la rivière Sutton et de la rivière Missisquoi. Cette condition est induite par de grandes épaisseurs de sédiments argileux peu perméables. Cette couche de sédiments réduit l'écoulement vertical de l'eau, ce qui limite la recharge ou la résurgence de l'eau. Les eaux souterraines sont donc isolées des eaux de surface et du ruissellement. Ces eaux ne sont pas, ou très peu, affectées par les activités anthropiques. La condition semi-captive se retrouve dans le contexte de la Plate-forme du Saint-Laurent (Basses-Terres), la zone externe des Appalaches et un peu dans la zone interne des Appalaches. La condition de nappe semi-captive est caractérisée par des couches de sédiments peu perméables, d'épaisseur moyenne. Finalement, la condition de nappe libre est présente dans la zone interne des Appalaches et dans les collines Montérégiennes, correspondant aux hauts topographiques généralement caractérisés par une faible épaisseur de sédiments. Les conditions de nappe libre favorisent la recharge, mais les eaux des aquifères libres peuvent être influencées par les activités anthropiques et sont plus vulnérables aux contaminations de surface.

Les conditions d'écoulement de l'eau souterrain sur le territoire à l'étude sont représentées sur la carte 10 qui illustre la piézométrie et les lignes de partage des eaux souterraines (Carrier et al., 2013). La piézométrie représente les variations de l'élévation du niveau d'eau dans l'aquifère rocheux régional. Ces élévations permettent de déterminer le sens d'écoulement de l'eau souterraine dans l'aquifère qui va des points hauts vers les points bas. Grâce à la piézométrie présentée à la carte 10, il est possible de constater que l'écoulement se fait généralement d'est en ouest sur le territoire de la MRC. Les lignes de partage des eaux souterraines représentent quant à elles les limites des sous-bassins hydrogéologiques qui correspondent souvent, mais pas toujours, avec les limites des sous-bassins hydrologiques (des eaux de surface).

La recharge est un paramètre hydrogéologique très important à évaluer puisqu'il est assimilé au taux de renouvellement en eau d'un aquifère et permet de déterminer la disponibilité en eau souterraine. La carte 11 présente la recharge distribuée de l'aquifère de roc. La recharge est distribuée distinctement entre chaque contexte. Elle est plus importante, plus que 205 mm/an, dans la zone interne des Appalaches et plus faible, 13 à 145 mm/an, dans le contexte des Basses-Terres.

La carte 12 présente les zones potentielles de recharge et de résurgence préférentielles de l'aquifère de roc. Les zones de recharge préférentielles ont été déterminées selon deux critères, une recharge supérieure à 250 mm/an (donc une recharge importante) et la présence d'un dôme piézométrique d'une superficie supérieure à 1 km² (hors des zones captives). Les zones de résurgence préférentielles, quant à elles, ont également été déterminées selon deux critères : la présence de dépressions de la surface piézométrique ainsi que la présence de zone de nappe affleurante (< 1 m de profondeur) hors des zones captives et des zones de recharge significatives (< 50 mm/an). Les dépressions correspondent souvent au cours d'eau, mais pas seulement ; elles peuvent aussi traduire la présence de milieux humides ou de sols organiques. La carte 12 illustre également les liens hydrauliques potentiels entre l'aquifère rocheux régional et un cours d'eau. Les liens hydrauliques ont été déterminés selon quatre critères. Les liens directs sont présents dans les conditions de confinement libre ou semi-captives, les liens discontinus ou direct diffus sont associés à la condition de confinement semi-captive et les liens indirects diffus ou inexistants sont reliés à la condition de confinement captive (Carrier et al., 2013).

La zone interne des Appalaches (Hautes-Terres) affiche une recharge importante. Effectivement, les hauts topographiques représentent des zones de recharge potentielles. Cela a été confirmé par la géochimie des eaux souterraines (Carrier et al., 2013). Les zones de résurgence de ce contexte sont présentes dans les vallées appalachiennes et du sud-ouest. La zone externe des Appalaches (Piedmont) présente une recharge importante sur les collines au nord-est et sud-est de cette vallée (zones de recharge préférentielle). Le contexte des Basses-Terres sud est caractérisé par une recharge modérée, assez bien distribuée spatialement. Les zones de recharge préférentielle se retrouvent à l'est de ce contexte, entre Saint-Alexandre et Farnham. Il y a présence de résurgence dans la baie Missisquoi. Les liens hydrauliques sont directs ou directs discontinus à cause du type et de l'épaisseur de dépôts meubles au-dessus du roc. Finalement, le contexte des collines Montérégiennes présente des zones de recharge potentielles importantes. Il y a également des zones de résurgence d'eau souterraine dans certains cours d'eau autour des Montérégiennes situées dans les Appalaches, soit le mont Brome pour le territoire à l'étude.

La vulnérabilité de l'aquifère, évaluée selon l'indice DRASTIC, est présentée à la carte 13. Cet indice prend en compte sept caractéristiques des aquifères : la profondeur à la nappe (*Depth to water table*), la recharge nette (*net Recharge*), le milieu aquifère (*Aquifer media*), le type de sol (*Soil media*), la pente topographique (*Topography slope*), l'impact de la zone vadose (*Impact of vadose zone*) et la conductivité de l'aquifère (*aquifer Conductivity*) (Carrier et al., 2013). Chaque paramètre de l'indice DRASTIC a une côte et un poids spécifique. La carte a été réalisée selon une grille composée de mailles de 250 x 250 m pour lesquelles chacun des sept paramètres a été évalué un à un. Ces mailles ont été assemblées, selon la côte et le poids de chaque paramètre, pour déterminer la vulnérabilité d'une zone de territoire. La carte illustre des zones de vulnérabilité élevée à très élevée à l'ouest du territoire de la MRC, soit dans le contexte des Basses-Terres où l'indice DRASTIC varie effectivement de 100 à plus de 160 (valeur du 90^e percentile). Ce contexte est caractérisé par une utilisation agricole du territoire. Le reste du territoire présente une vulnérabilité intermédiaire (indice DRASTIC entre 100 et 145). La vulnérabilité est reliée au confinement de l'aquifère. En effet, les aquifères captifs ou semi-captifs sont moins vulnérables aux contaminants potentiellement émis par les activités anthropiques.

3.2.2 Qualité de l'eau souterraine

Dans le présent rapport, la qualité de l'eau souterraine a été évaluée selon cinq critères de potabilité associés aux concentrations dans l'eau souterraine en arsenic, en fluorure, en baryum, en uranium et en manganèse (tableau 3.6). La carte 14 représente les quatre premiers critères de potabilité, et la carte 15 représente le manganèse qui fait l'objet d'une nouvelle recommandation depuis 2019 émise par Santé Canada (2019). De plus, seuls les critères de potabilité sont représentés sur ces deux cartes. Il est possible de retrouver de l'information sur les critères esthétiques de l'eau souterraine en consultant l'atlas du PACES Montérégie Est (Carrier et al., 2013). Sur ces deux cartes, uniquement les critères de potabilité qui dépassent les concentrations limites sont affichés.

La carte 14 présente les substances dont les concentrations dépassent le critère sur le territoire de la MRC, à savoir l'arsenic, le fluorure, le baryum et l'uranium. Les dépassements sont localisés à l'ouest du territoire et coïncident avec le contexte des Basses-Terres du St-Laurent. La carte 15 présente les dépassements pour le manganèse. Les dépassements de la concentration maximale acceptable (CMA) en manganèse sont dispersés sur tout le territoire de la MRC et donc présents dans les trois contextes hydrogéologiques avec des dépassements de la CMA dans ¼ des échantillons analysés (tableau 3.6).

Tableau 3.6 : Recensement des dépassements (non-conformités) des critères de potabilité entre 2010 et 2011 (Carrier et al., 2013) dans la MRC Brome-Missisquoi (les dépassements pour le manganèse ont été établis dans le cadre du présent rapport).

Paramètre	Critère de potabilité (mg/L)	Nombre de dépassements	Nombre d'échantillons	Ratio (%)
Arsenic	> 0.01	1	47	2.13
Fluorure	> 1.50	1	47	2.13
Baryum	> 1.00	1	47	2.13
Uranium	> 0.02	2	47	4.26
Manganèse	> 0.12	12	47	25.53

3.3 GESTION RÉGIONALE DES RESSOURCES EN EAU

La gestion régionale des ressources en eau passe par les enjeux et les actions établies par les organismes de bassin versant dans leur PDE. Effectivement, 17 % du bassin versant de la rivière Yamaska, soit 825 sur 4 843 km² se trouve sur le territoire de la MRC, ainsi que 28 % pour le bassin versant de la rivière Missisquoi, soit 876 sur 3 101 km² (MRC Brome-Missisquoi, 2023a). La section suivante relève les enjeux soulignés dans le PDE de l'OBV Yamaska (2015a) sur les ressources en eau. La révision en cours des PDE pourrait mener à l'identifications d'autres enjeux nécessitant de nouvelles orientations du plan d'action.

3.3.1 Enjeux des PDE reliés aux ressources en eau

Le PDE de l'organisme de bassin-versant de la Yamaska (OBV Yamaska, 2015a) recense plusieurs enjeux par rapport à la qualité de la ressource en eau. Généralement, dans ce bassin-versant, la dégradation de la qualité de l'eau est causée par les activités agricole, anthropiques et industrielles ainsi que par la vitesse et le débit du ruissellement des eaux de surface.

Le premier enjeu est la pollution des eaux de surface par les eaux de ruissellement qui est due à plusieurs facteurs; l'artificialisation des rives, l'application partielle de la Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables (PPRLPI) – (maintenant remplacée par le régime transitoire des zones inondables, des rives et du littoral, (MELCCFP, 2023e)), l'imperméabilisation des sols (6% de la superficie du bassin versant est imperméabilisée), l'usage de pesticides et d'engrais domestiques et l'érosion des sols combinée à l'absence des infrastructures de rétention d'eau de pluie.

Le deuxième enjeu est la pollution des cours d'eau par les eaux usées qui est causée par les surverses des réseaux unitaires aux stations d'épuration ou aux stations de pompage, la faible performance des systèmes de traitement des eaux usées, de mauvais raccordements des réseaux sanitaires et pluviales et la contamination des eaux propres par les installations septiques non-conformes.

Le troisième enjeu est la pollution de l'eau par les activités agricoles. Effectivement, de nombreux facteurs contribuent à cette source de pollution, entre autres, l'érosion des sols et berges, la dégradation des sols agricoles, la linéarisation des cours d'eau en milieu agricole, les pratiques non durables d'entretien des cours d'eau, l'usage de pesticides, les structures d'entreposage de fumier non-conformes, la fertilisation intensive et l'accès aux cours d'eau pour le bétail.

Le quatrième enjeu est la pollution de l'eau par les activités industrielles. Les activités industrielles causent notamment le déversement de substances toxiques dans l'eau et mettent à risque de contamination des sources d'eau souterraine en zone vulnérable (OBV Yamaska, 2015a).

Plusieurs autres enjeux sont décrits dans le PDE de l'OBV Yamaska, notamment par rapport aux puits privés. Les périmètres de protection de ces puits sont souvent non connus ou mal identifiés, ce qui cause une possible contamination par des activités sur les terrains voisins. Aussi, le suivi des normes de potabilité de ces puits est inégal. En ce qui concerne les puits municipaux, les aires de protection sont elles aussi peu connues voire inconnues et mal identifiées, et le suivi des normes de qualité d'eau des puits municipaux n'est pas effectué rigoureusement. Les récentes analyses de vulnérabilité des sources destinées à l'alimentation en eau municipale complétées en 2021 devraient avoir amélioré la définition des aires de protection des approvisionnements de catégorie 1 (desservant plus de 500 personnes) et pourraient servir de base à l'élaboration de plans de protection (MELCC, 2018).

En ce qui concerne l'information sur les ressources en eau potable, celle-ci est disponible mais difficile à utiliser et à intégrer dans divers plans et décisions. De plus, le manque de données à l'échelle régionale ou municipale est souligné et la mise en œuvre des PACES (dont celui de la Montérégie Est) vient apporter de nouvelles connaissances. Par rapport à la consommation d'eau de la population, une consommation résidentielle très élevée est soulignée. La présence de grands préleveurs, soit les industries, commerces et institutions (ICI), influence également cette grande consommation d'eau. L'OBV Yamaska juge que la quantité d'eau souterraine est limitée pour l'exploitation en raison de la grande quantité de puits privés sur le territoire et l'OBV considère que cette limitation de l'exploitation crée des conflits d'usage entre propriétaires de puits. Finalement, la capacité de support de la rivière Yamaska est un enjeu puisque cette rivière alimente les grandes villes de Granby, de Bromont et de Saint-Hyacinthe (OBV Yamaska, 2015a).

Le PDE de l'OBV Yamaska présente un plan d'action afin de répondre aux nombreux enjeux énoncés précédemment. Les orientations les plus critiques relatives à la qualité (1 à 5) et à la quantité d'eau (6 et 7) sont les suivantes :

1. « Réduire la pollution causée par le ruissellement par la formation, la sensibilisation et la mise en place de politiques de bonnes pratiques,
2. Réduire la pollution causée par les eaux usées par la localisation de ces sources de pollution et l'amélioration des infrastructures,
3. Réduire la pollution causée par les activités agricoles par la sensibilisation, l'amélioration des pratiques, l'appui aux acteurs de l'eau concernés, la motivation pour l'application des politiques et réglementations déjà en place,
4. Réduire la pollution causée par les activités industrielles par la localisation de ces sources de pollution, la motivation pour l'application des politiques et réglementations déjà en place et la recherche de nouvelles informations sur les sites de pollution,
5. Assurer la pérennité des prises d'eau potable par la mise en place d'un inventaire des risques et menaces, l'identification des périmètres de protection des prises d'eau, la continuation du suivi de la qualité de l'eau et la motivation pour l'application des politiques et réglementations déjà en place. »,

6. Assurer l’approvisionnement en eau potable par la participation des acteurs municipaux et l’analyse de l’efficacité des programmes règlementaires d’utilisation d’eau,
7. Minimiser les risques associés à la variabilité des débits par la gestion, l’utilisation et l’intégration des données disponibles sur les eaux souterraines. ».

Une fiche synthèse sur la disponibilité de l’eau dans le contexte des changements climatiques a été produite l’OBV Yamaska (2015b). Cette fiche présente la problématique actuelle de quantité d’eau reliée aux faibles débits d’étiage en saison estivale qui causent une pression grandissante sur la ressource. Cette problématique est accentuée par la grande utilisation de l’eau en été et par la diminution du taux de dilution de la rivière pendant cette même période. Effectivement, la saison estivale est caractérisée par un faible débit dans les cours d’eau, ce qui réduit la capacité de support de ces cours d’eau face à la pollution.

Divers phénomènes anthropiques, qui accentuent le faible débit de la rivière Yamaska, ont été relevés :

- Perte et dégradation des milieux humides,
- Imperméabilisation et changement d’usage des sols,
- Augmentation de l’utilisation d’eau pour consommation,
- Changements hydroclimatiques (étiages plus sévères en saison estivale, crues moins importantes).

De même, plusieurs problématiques déjà présentes dans sur le territoire du bassin versant ont été identifiées :

- La qualité de l’eau diminue en été et en automne, ce qui influence la qualité des habitats de poissons et rend le traitement des eaux plus complexe et dispendieux,
- L’assèchement des puits de surface qui limite le développement immobilier et économique,
- Les conflits d’usage par rapport à l’eau,
- La perte de services écosystémiques, i.e. l’avantage matériel ou immatériel que l’hommes retire des écosystèmes (Office québécois de la langue française, n. d).

Le PDE de l’OBV de la baie Missisquoi (OBVBM 2015), le deuxième organisme de bassin versant sur le territoire de la MRC, présente aussi les enjeux principaux pour son territoire :

- Une proportion de 70% (26 500 personnes) de la population totale du bassin-versant est non desservie par un réseau de distribution d’eau,
- Les infrastructures routières à proximité des rives sont en majorité non pavées,
- Les pressions urbaines sont dispersées sur tout le territoire puisque celui-ci est en majorité développé,
- La présence de deux grands parcs industriels sur le territoire, dans les villes de Bedford et de Sutton,
- La présence d’une cinquantaine de sites de sablières et de carrières,
- La présence de gazoducs et d’oléoducs traversant le territoire et certains milieux humides à proximité des rivières Sutton et Missisquoi,
- Le potentiel d’extraction et d’exploitation du gaz de schiste,

- La grande quantité de pesticides utilisés sur le territoire par les productions agricoles à l'ouest de la MRC (la rivière aux Brochets est la plus affectée),
- La gestion des fumiers de production animale dans le secteur de la rivière aux Brochets, la plus affectée,
- La conformité des systèmes d'épuration par fosse septique,
- La présence d'un réseau d'égout unitaire.

3.3.2 Ressources en eau en climat futur

Afin de caractériser les ressources en eau en climat futur, les données historiques ainsi que les projections de températures et de précipitations ont été analysées.

D'abord, pour définir les conditions météorologiques de référence, les cartes de température moyenne annuelle (carte 16) et de précipitations totales moyennes annuelles (carte 17) pour la période des normales climatiques (1981-2010) ont été réalisées à l'aide de la grille Info-Climat (Bergeron, 2016) produite par le MELCCFP et actualisée régulièrement. Sur ces cartes, il est possible de remarquer un gradient est-ouest à la fois pour les températures, qui augmentent, et les précipitations, qui diminuent. Ces deux composantes sont influencées par le relief des Appalaches à l'est et des zones de basse altitude situées à l'ouest.

La carte 16 montre une augmentation des températures moyennes annuelles d'est en ouest. À l'ouest, dans le contexte de la Plate-forme du Saint-Laurent, les températures moyennes sont plus élevées, autour de 6.5 °C, tandis qu'à l'est, dans les Appalaches, les températures avoisinent les 5.0 °C. Les températures diminuent davantage complètement à l'est où se trouve le haut topographique du mont Sutton.

La carte 17 présente les précipitations moyennes annuelles qui, comme les températures, suivent un gradient d'est en ouest. En effet, une diminution des précipitations moyennes annuelles a lieu d'est en ouest. À l'ouest, dans la Plate-forme du Saint-Laurent, les précipitations sont plus faibles, autour de 1 000 mm/an. À l'est, dans les Appalaches, les précipitations maximales sont autour de 1 250 mm/an. De plus, les précipitations totales moyennes annuelles maximales ont été observées à la station du lac Brome, soit environ 1 280 mm/an (Carrier et al., 2013).

Afin d'évaluer la projection des tendances climatiques, les figures 3.8 et 3.9 montrent deux séries temporelles du climat projeté jusqu'en 2100 pour la région de l'Estrie (Ouranos, s.d.). Ces graphiques montrent des données historiques ainsi que des projections selon deux scénarios climatiques, RCP 4.5 et RCP 8.5, avec leurs incertitudes associées.

La figure 3.8 présente les températures moyennes annuelles qui subiraient une augmentation d'environ 4.5 °C par rapport aux données historiques. Les températures de la projection RCP 8.5 sont supérieures à celles de la projection RCP 4.5, mais seulement après l'année 2050. En effet, jusqu'en 2050, les deux scénarios projettent une augmentation de la température similaire. La figure 3.9 montre les précipitations totales annuelles qui auraient une augmentation projetée d'approximativement 150 mm par rapport aux données historiques. Les projections des deux scénarios, RCP 4.5 et RCP 8.5, sont très semblables jusqu'en 2100. Le scénario RCP 8.5 présente une augmentation légèrement supérieure au scénario RCP 4.5.

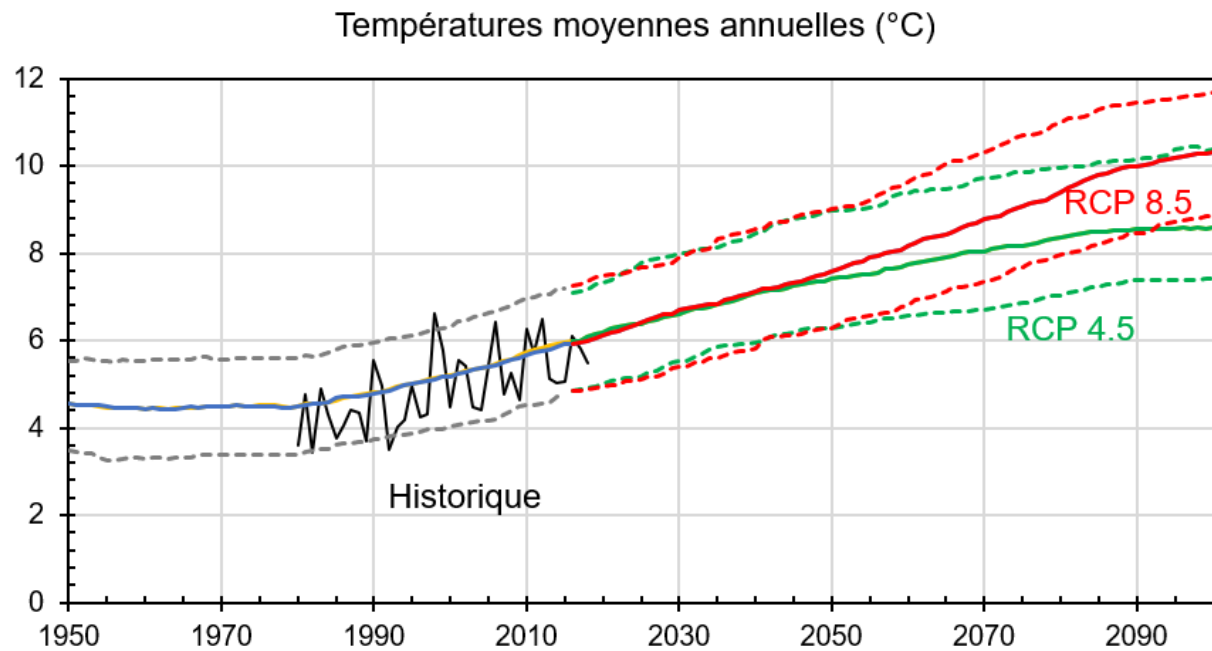


Figure 3.8 : Données historiques et projection des températures moyennes annuelles pour la région de l'Estrie par Ouranos (s.d.).

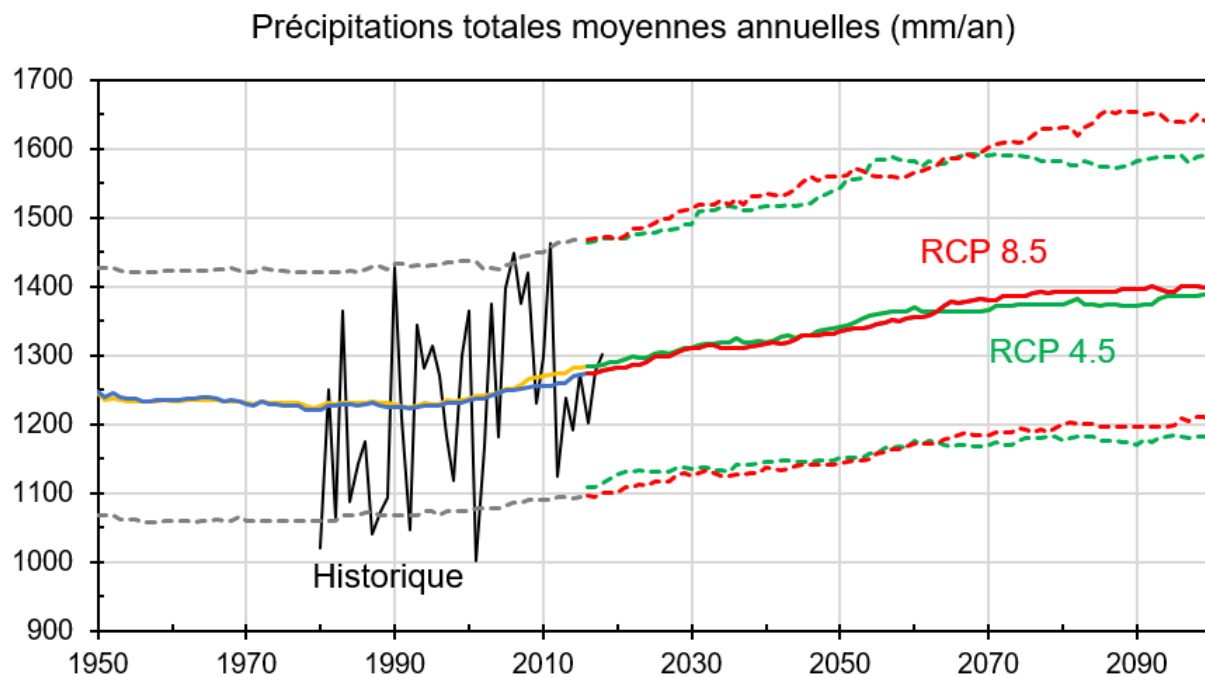


Figure 3.9 : Données historiques et projection des précipitations totales moyennes annuelles pour la région de l'Estrie par Ouranos (s.d.).

En complément, des graphiques de projection des températures moyennes annuelles et des précipitations totales annuelles, Ouranos a produit des documents concernant l'adaptation aux changements climatiques, spécifiques à chaque région du Québec. Le document d'adaptation aux changements climatiques pour la région de la Montérégie (Ouranos, 2020) présente les changements climatiques anticipés suivants :

- Une augmentation du débit moyen des rivières à l'automne et au printemps,
- Une diminution du débit moyen des rivières à la saison estivale,
- Une augmentation de la fréquence des événements de précipitations intenses,
- Des étiages estivaux plus long et sévères.

Les phénomènes causés par ces changements climatiques seraient une modification du régime de débits des cours d'eau, un stress hydrique accru et des problèmes d'approvisionnement en eau pour la consommation et l'irrigation, et finalement une augmentation du risque d'inondations par le ruissellement en zone urbaine et agricole.

Une revue des études sur les effets des changements climatiques dans l'est du Canada a relevé des résultats contradictoires concernant la recharge des nappes (Larocque et al., 2019). Toutefois, des travaux récents de l'UQAM couvrant le sud du Québec ont montré que la recharge des nappes pourrait augmenter en climat futur (Larocque et al., 2022). L'INRS a réalisé des travaux similaires pour une région d'étude couvrant l'ouest de la Montérégie et a aussi obtenu une augmentation de la recharge en climat futur de plus de 25% à l'horizon 2050 (Ballard et al., 2022). Toutefois, même si cette augmentation de la recharge menait à des niveaux moyens des nappes plus élevés, une plus longue période de récession (diminution) du niveau des nappes entre le printemps et l'automne pourrait tout de même conduire à des niveaux faibles à la fin de l'été et à l'automne, ce qui impliquerait aussi des débits d'étiage plus faibles des cours d'eau, tel que prévu par Ouranos (2020).

4 USAGES DE L'EAU

4.1 ESTIMATION DES USAGES DE L'EAU

Le PACES Montérégie Est (Carrier et al., 2013) a fait l'estimation des usages de l'eau en précisant l'origine de l'approvisionnement en eau pour chaque municipalité de la MRC. La source d'approvisionnement en eau peut être d'origine souterraine ou de surface, voire mixte. Dans le cas de la MRC Brome-Missisquoi, quatre municipalités s'approvisionnent via les eaux souterraines (Abercorn, Brigham, Frelighsburg et Lac-Brome), cinq à partir des eaux de surface (Ville de Bedford, Bromont, Cowansville, Farnham et Saint-Armand) et une dernière est alimentée à la fois par les eaux de surface et les eaux souterraines (Sutton). Les 11 autres municipalités ne disposent pas de réseau de distribution. La carte 18 offre un aperçu de la distribution des sources d'approvisionnement en eau des 21 municipalités de la MRC où les plus rurales, essentiellement localisées au centre-ouest de la MRC, ne disposent généralement pas de réseau ; ces infrastructures étant pour la plupart associées aux municipalités avec une population plus importante. À l'exception de Dunham (3 606 habitants en 2022) et de Sainte-Sabine (1 135 habitants en 2022), les municipalités avec moins de 1 000 habitants ne sont pas équipées d'un réseau de distribution, l'alimentation en eau se fait donc par l'intermédiaire de puits privés. À l'inverse, les municipalités les plus importantes (1 000 habitants et plus) sont toutes équipées d'un réseau de distribution (qu'il soit alimenté par les eaux de surface ou les eaux souterraines, voire mixte dans le cas de Sutton), exception faite d'Abercorn qui dispose d'un réseau alimenté par les eaux souterraines malgré un faible nombre d'habitants (370 en 2022). Le tableau 2 de l'annexe 5 indique les différentes sources d'approvisionnement par municipalité au regard des diverses populations (totale, desservie et non desservie) selon les estimés préliminaires d'usage de l'eau de surface et souterraine.

Cette estimation préliminaire a pour but de brosser un portrait initial des usages de l'eau selon sa provenance (souterraine ou de surface), le type d'usage (résidentiel réseau, résidentiel hors réseau, agricole ou ICI) et en considérant trois horizons de temps (2010, 2022 et 2031), tout en donnant une indication sur l'usage de l'eau en haute saison. Pour ce faire, les données d'usage par municipalité ont tout d'abord été extraites du PACES Montérégie Est (Carrier et al., 2013) afin d'obtenir l'usage de l'eau pour l'horizon 2010. Ensuite, pour l'horizon 2022, le fichier assurant le calcul automatisé des divers usages du PACES a été récupéré puis actualisé avec les données les plus récentes dans le but d'offrir un portrait à jour des usages dans la MRC. Ainsi, les données de population totale ont été mises à jour selon les indications du dernier recensement de 2022 effectué par l'ISQ et disponible dans le PRMN (MRC Brome-Missisquoi, 2023a). Les volumes d'eau de surface distribués via les infrastructures municipales ont été actualisés en tenant compte des chiffres fournis dans la base de données 2021 (<https://www.mamh.gouv.qc.ca/infrastructures/strategie/cartographie-et-rapports-annuels/>) de la stratégie québécoise d'économie d'eau potable (horizon 2019-2025) du MAMH (2019). Quand le débit annuel du réseau n'était pas disponible dans la BD du MAMH, alors un ratio basé sur les données de 2010 du PACES Montérégie Est et la population desservie de 2022 ($P_{\text{dess-2022}}$) a été appliqué afin d'approcher le volume d'eau de surface distribué annuellement en 2022 ($V_{\text{surf-2022}}$). Ceci a concerné les municipalités de Saint-Armand et de Sutton où ce ratio a été appliqué avec la formule suivante : $V_{\text{surf-2022}} = (V_{\text{surf-2010}} * [P_{\text{dess-2022}} / P_{\text{dess-2010}}])$. Le nombre de personnes desservies ou non desservies pour les 10 municipalités avec un réseau de distribution a été actualisé en compilant à la fois les chiffres du nombre d'habitants desservis de la BD de 2021 du MAMH et ceux de l'ISQ de 2022 extraits du PRMN. Quand les deux chiffres divergeaient, c'est celui de la BD de 2021 du MAMH qui a été privilégié. Afin de vérifier la plausibilité des estimés, les ratios de population desservie et non desservie ont été comparés entre 2010 et

2022. Ainsi, pour la Ville de Sutton, il a été décidé d'appliquer le même facteur que celui du PACES Montérégie Est (32% de population desservie) car le chiffre fourni dans le PRMN suggérait que l'ensemble de la population de la ville était branché sur l'aqueduc (100% de population desservie) ce qui est peu vraisemblable. Finalement, les volumes d'eau souterraine distribués via les réseaux municipaux ($V_{\text{sout-2022}}$) ont été actualisés en appliquant un ratio basé sur les données de 2010 du PACES Montérégie Est en appliquant une formule similaire à celle des eaux de surface évoquée plus haut. Ces différents volumes d'eau de surface et d'eau souterraine retranscrivent donc l'usage résidentiel réseau tandis que l'usage résidentiel hors réseau est simplement calculé avec la population non desservie et une consommation moyenne par habitant (250 L/jour/personne) supposée constante. Les usages estimés en 2022 profitent également du travail fait dans le cadre des indicateurs de stress hydrique (Huchet et al., 2021) ; projet durant lequel les données de déclaration des GPE (grands préleveurs d'eau) de 2015 à 2019 ont été récupérées auprès du MELCCFP. Ainsi, les volumes d'eau de surface et souterraine prélevés par les ICI ont pu être actualisés pour l'année 2022. Ces volumes sont vraisemblablement sous-estimés lors de la définition des usages réalisées lors du PACES Montérégie Est de 2010. Quant à l'usage agricole, il est supposé resté stable en première approche dans le futur (Agéco, 2019), et donc aucune modification n'a été faite entre 2010 et 2022.

Après avoir récupéré les divers usages par municipalité pour 2010 issus du PACES Montérégie Est (Carrier et al., 2013) et actualisé ceux pour 2022, les usages pour 2031 ont eux aussi été évalués de façon préliminaire. Pour ce faire, la population totale de 2022 ($P_{\text{tot-2022}}$) a été remplacée par celle projetée en 2031 ($P_{\text{tot-2031}}$) par l'ISQ (MRC Brome-Missisquoi, 2023a). Le nombre de personnes desservies a été mis à jour en 2031 en utilisant la même répartition de population desservie ($P_{\text{dess-2022}}$) et non desservie de 2022 : $P_{\text{dess-2031}} = (P_{\text{dess-2022}} * [P_{\text{tot-2031}} / P_{\text{tot-2022}}])$. Le calcul des volumes d'eau distribués par les réseaux de distribution en eau de surface ($V_{\text{surf-2031}}$) et souterraine ($V_{\text{sout-2031}}$) ont été actualisés pour 2031 en appliquant une formule similaire : $V_{\text{surf-2031}} = (V_{\text{surf-2022}} * [P_{\text{dess-2031}} / P_{\text{dess-2022}}])$. Les usages résidentiels réseau et hors réseau ont donc été mis à jour pour 2031 tandis que les usages ICI et les usages agricoles sont considérés stables entre 2022 et 2031 dans cet estimé préliminaire. Finalement, l'usage en haute saison a été calculé pour 2022 en appliquant les mêmes ajustements que pour le calcul de l'usage de 2031, mais en se basant cette fois-ci sur la population saisonnière extraite du PRMN (MRC Brome-Missisquoi, 2023a).

L'évolution démographique est un facteur important puisqu'une hausse de la population devrait entraîner une hausse des usages – si les pratiques et la consommation moyenne par personne restent stables – dans le futur. Ainsi, la MRC affiche une hausse de population entre 2010 et 2022 (+12 363 habitants, +22%) qui devrait se poursuivre entre 2022 et 2031 (+8 606 habitants, +13%) selon les projections de l'ISQ (tableau 4.1 ci-après et tableau 1 de l'annexe 5 pour plus de détails). La variation de population saisonnière estimée en 2022 peut aussi avoir un certain impact sur la ressource en eau. Même si des disparités existent entre les municipalités (figure 1 de l'annexe 5), ce gain de population (+21 285 habitants) dans la MRC représente une hausse de population assez conséquente (+31%) sur une période limitée qui peut alors impliquer un stress supplémentaire sur la ressource en eau, surtout en période estivale. De même, que ce soit dans le futur (2031) ou en haute saison, il serait intéressant de mieux cerner les hausses d'usage résidentiel dans la prochaine estimation des usages car ces hausses pourraient être plus marquées dans certains secteurs spécifiques de la MRC. En effet, en 2031, les hausses de population sont importantes (> 10% par rapport à 2010) à Brome, Bromont, Cowansville, Dunham, East Farnham, Farnham, Frelighsburg, Saint-Armand, Saint-Ignace-de-Stanbridge et Sutton. En haute saison (HS), les municipalités concernées par des hausses de population marquées (> 25%) peuvent être en partie différentes : Abercorn, Bolton-Ouest, Brome, Bromont, Dunham, Frelighsburg, Lac-Brome, Pike River, Saint-Armand, Saint-Ignace-de-Stanbridge, et Sutton.

Tableau 4.1 : Approvisionnement en eau potable dans chaque municipalité de la MRC Brome-Missisquoi avec évolution et projections démographiques des populations totale, desservie et non desservie à trois horizons (2010, 2022 et 2031).¹

Municipalité	Population				Population desservie				Population non desservie			
Nom	Permanente			HS	Permanente			HS	Permanente			HS
	2010	2022	2031	2022	2010	2022	2031	2022	2010	2022	2031	2022
Abercorn	368	370	390	590	200	216	228	344	168	154	162	246
Bedford (Ville)	2622	2684	2647	2979	2622	2684	2647	2979	0	0	0	0
Bedford (Canton)	739	743	741	877	N/A	N/A	N/A	N/A	739	743	741	877
Bolton-Ouest	766	669	677	1248	N/A	N/A	N/A	N/A	766	669	677	1248
Brigham	2549	2352	2300	2803	88	60	59	72	2461	2292	2241	2731
Brome	281	297	320	425	N/A	N/A	N/A	N/A	281	297	320	425
Bromont	7396	11757	14900	16780	6830	10561	13384	15073	566	1196	1516	1707
Cowansville	12408	16272	18303	17548	12010	15866	17846	17110	398	406	457	438
Dunham	3484	3606	3906	4675	N/A	N/A	N/A	N/A	3484	3606	3906	4675
East Farnham	484	622	667	651	N/A	N/A	N/A	N/A	484	622	667	651
Farnham	8060	10889	13499	13153	6900	9800	12149	11837	1160	1089	1350	1316
Frelighsburg	1049	1297	1400	1790	210	210	227	290	839	1087	1173	1500
Lac-Brome	5686	6085	6026	10316	3235	3398	3365	5760	2451	2687	2661	4556
N.-D.-de-Stanbridge	707	665	671	771	N/A	N/A	N/A	N/A	707	665	671	771
Pike River	542	541	574	695	N/A	N/A	N/A	N/A	542	541	574	695
St-Armand	1159	1261	1284	1844	250	250	255	366	909	1011	1029	1478
Ste-Sabine	1082	1135	1171	1304	N/A	N/A	N/A	N/A	1082	1135	1171	1304
St-Ignace-de-Stanbridge	660	752	861	1078	N/A	N/A	N/A	N/A	660	752	861	1078
Stanbridge East	836	875	911	1016	N/A	N/A	N/A	N/A	836	875	911	1016
Stanbridge Station	303	277	302	317	N/A	N/A	N/A	N/A	303	277	302	317
Sutton	4047	4442	4647	8019	2735	3002	3141	5420	1312	1440	1506	2599
MRC Brome-Missisquoi	55228	67591	76197	88876	35080	46047	53301	59251	20148	21544	22896	29625
Différence p/r à 2010	N/A	+22%	+38%	+61%	N/A	+31%	+52%	+69%	N/A	+7%	+14%	+47%
Différence p/r à 2022	N/A	N/A	+13%	+31%	N/A	N/A	+16%	+29%	N/A	N/A	+6%	+38%

1 : L'acronyme « HS » réfère à « haute saison ».

En effet, en considérant que la provenance de l'eau des réseaux reste la même dans le futur (c'est-à-dire qu'il n'y ait pas de travaux majeurs d'implantation d'infrastructure de distribution municipale), la part de population desservie et non desservie a pu être estimée (tableau 2 de l'annexe 5). En tenant compte des hypothèses et simplifications de cette estimation préliminaire, la part de population desservie varie peu entre 2010 (64%), 2022 (68%) et 2031 (70%). Seuls les habitants de la Ville de Bedford sont alimentés à 100% par un aqueduc municipal à partir des eaux de surface. En considérant les ratios de 2010 (Carrier et al., 2013) et les hausses de population de l'ISQ (MRC Brome-Missisquoi, 2023a) indiqués dans le tableau 4.1, c'est essentiellement la population desservie qui augmente entre 2010 et 2022 (+10 967 habitants, +31%) puis entre 2022 et 2031 (+7 254 habitants, +16%) ; tandis que la population non desservie affiche des hausses moindres entre 2010 et 2022 (+1 396 habitants, +7%) puis entre 2022 et 2031 (+1 352 habitants, +6%). Lorsque comparée à la basse saison, les graphiques suggèrent que c'est surtout la haute saison qui entraîne le plus grand changement à la fois dans la population desservie (+13 204 habitants, +29%) et celle non desservie (+8 081 habitants, +38%) en 2022 (figures 2 et 3 de l'annexe 5), avec toujours des disparités spatiales (selon les municipalités) qu'il serait intéressant de préciser par la suite.

L'usage total (i.e. sans distinction des types d'usage) de l'eau souterraine et de surface est présenté dans le tableau 4.2 selon les trois horizons (2010, 2022 et 2031) ainsi que pour la haute saison (HS; 2022). Pour l'eau souterraine, l'usage augmenterait de +58% entre 2010 et 2022 au sein de la MRC puis seulement de +2% entre 2022 et 2031. Cette forte hausse suivie par une augmentation mineure est toutefois à considérer avec précaution. En effet, l'augmentation est essentiellement reliée à une forte croissance des usages ICI (tableau 3 de l'annexe 5) en raison de l'ajout dans les calculs des données des déclarations des GPE à partir de 2022 alors que ces dernières n'étaient pas encore disponibles en 2010 quand les estimations d'usage du PACES Montérégie Est ont été faites ; les usages ICI sont donc sous-estimés en 2010. Pour l'eau de surface, la hausse est de +8% entre 2010 et 2022, puis de +23% entre 2022 et 2031 (tableau 4.2), toujours en considérant les limitations de cet estimé préliminaire.

En effet, plusieurs points sont à noter à la suite de la révision de la BD des GPE à partir de 2022. Tout d'abord, à Stanbridge-Station, le GPE associé à la carrière (sablière) Graymont (Qc) inc. (usine de Bedford) était classé dans les eaux de surface en 2010 alors qu'il s'agit plutôt d'un prélèvement dans les eaux souterraines qui a été corrigé à partir de 2022 (figure 4 de l'annexe 5). Dans le Canton de Bedford, les volumes d'eau souterraine prélevés par le GPE relié à la carrière (extraction de calcaire) Graymont (Qc) inc. (usine de Bedford) étaient bien moindres en 2010 (345 648 m³/an) lors des travaux du PACES Montérégie Est, et sans doute peu réalistes, par rapport aux volumes déclarés dans la BD des GPE entre 2015 et 2019 (2 175 033 m³/an) et intégrés dans les calculs à partir de 2022 (figure 4 de l'annexe 5). À Lac-Brome, l'usage ICI relié aux eaux souterraines montre une hausse assez marquée en haute saison (figure 4 de l'annexe 5) alors que l'usage ICI associé au GPE est considéré comme stable pour les années 2022 (basse et haute saisons) et 2031. Ceci s'explique par la méthode de calcul, qui considère que l'usage ICI réseau (non associé aux GPE) correspond aux volumes d'eau restants à la suite du calcul des autres usages. Selon la dernière révision de la BD des GPE (Huchet et al., 2021), les huit municipalités avec des GPE puisant les eaux souterraines sont les suivantes : Canton de Bedford, Bromont, Dunham, Farnham, Lac-Brome, Pike River, Sainte-Sabine et Stanbridge-Station (tableau 4.2). Quant aux usages ICI en eau de surface, des GPE sont recensés dans les cinq municipalités suivantes : Bromont, Cowansville, Farnham, Lac-Brome et Sutton. La Ville de Bedford affiche également un usage ICI important avec 0.61 Mm³/an en 2022 (tableau 4 et figure 6 de l'annexe 5).

Tableau 4.2 : Estimation préliminaire de l'usage de l'eau souterraine, de surface et totale selon le type d'usage (agricole, ICI, résidentiel réseau et hors réseau) dans chaque municipalité de la MRC Brome-Missisquoi à trois horizons (2010, 2022 et 2031).^{1,2}

Municipalité	Eau souterraine - Usage total				Eau de surface - Usage total				Eau souterraine et de surface - Usage total			
Nom	2010	2022	2031	2022 (HS)	2010	2022	2031	2022 (HS)	2010	2022	2031	2022 (HS)
	Mm³/an	Mm³/an	Mm³/an	Mm³/an	Mm³/an	Mm³/an	Mm³/an	Mm³/an	Mm³/an	Mm³/an	Mm³/an	Mm³/an
Abercorn	0.04	0.04	0.05	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.04	0.05	0.06
Bedford (Ville)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.92	0.86	0.84	0.95	0.92	0.86	0.84	0.95
Bedford (Canton)	0.43	2.26	2.26	2.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.43	2.26	2.26	2.28
Bolton-Ouest	0.08	0.07	0.07	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.07	0.07	0.13
Brigham	0.31	0.30	0.29	0.34	0.01	0.01	0.01	0.01	0.32	0.30	0.30	0.34
Brome	0.03	0.03	0.03	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.03	0.03	0.04
Bromont	0.17	0.26	0.29	0.31	2.18	3.62	4.21	4.57	2.35	3.88	4.51	4.88
Cowansville	0.04	0.04	0.04	0.04	3.57	3.26	3.67	3.52	3.61	3.30	3.71	3.56
Dunham	0.43	0.60	0.62	0.69	0.05	0.05	0.05	0.05	0.48	0.65	0.67	0.74
East Farnham	0.05	0.06	0.07	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.06	0.07	0.07
Farnham	0.17	0.18	0.20	0.20	2.01	2.12	2.62	2.55	2.18	2.30	2.82	2.75
Frelighsburg	0.13	0.16	0.17	0.21	0.01	0.01	0.01	0.01	0.14	0.16	0.18	0.22
Lac-Brome	1.11	1.21	1.20	1.90	0.00	0.04	0.04	0.04	1.11	1.25	1.24	1.95
N.-D.-de-Stanbridge	0.15	0.14	0.14	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15	0.14	0.15	0.15
Pike River	0.63	0.68	0.69	0.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.63	0.68	0.69	0.70
St-Armand	0.18	0.13	0.13	0.17	0.08	0.08	0.08	0.11	0.25	0.21	0.21	0.28
Ste-Sabine	0.23	0.25	0.26	0.27	0.04	0.04	0.04	0.04	0.28	0.30	0.30	0.31
St-Ignace-de-Stanbridge	0.19	0.20	0.21	0.23	0.01	0.01	0.01	0.01	0.20	0.21	0.22	0.24
Stanbridge East	0.12	0.13	0.13	0.14	0.03	0.03	0.03	0.03	0.15	0.16	0.16	0.17
Stanbridge Station	0.07	0.63	0.63	0.63	0.60	0.00	0.00	0.00	0.67	0.63	0.63	0.63
Sutton	0.29	0.32	0.33	0.55	0.20	0.36	0.37	0.53	0.50	0.68	0.71	1.07
MRC Brome-Missisquoi	4.87	7.69	7.82	9.10	9.72	10.50	11.99	12.42	14.59	18.19	19.82	21.53
Différence p/r à 2010	N/A	+58%	+61%	+87%	N/A	+8%	+23%	+28%	N/A	+25%	+36%	+48%
Différence p/r à 2022	N/A	N/A	+2%	+18%	N/A	N/A	+14%	+18%	N/A	N/A	+9%	+18%

1 : Les cellules en **jaune** correspondent aux valeurs pour lesquelles un GPE a été identifié ;

2 : L'acronyme « HS » réfère à « haute saison ».

L'usage agricole, considéré comme stable entre 2010 et 2031 dans cet estimé préliminaire, est à mieux définir dans un prochain portrait actualisé. Toutefois, les données du PACES Montérégie Est précisent les 10 municipalités dans lesquelles cet usage est le plus important ($\geq 0.05 \text{ Mm}^3/\text{an}$ en 2022) pour les eaux souterraines, soit globalement celles où le territoire est à vocation agricole (carte 5) : Brigham, Dunham, Farnham, Lac-Brome, Notre-Dame-de-Stanbridge, Pike River, Sainte-Sabine, Saint-Ignace-de-Stanbridge, Stanbridge East et Sutton (tableau 3 et figure 5 de l'annexe 5). Cet usage agricole est aussi important ($\geq 0.05 \text{ Mm}^3/\text{an}$ en 2022) pour les eaux de surface à Farnham et Dunham (figure 6 de l'annexe 5).

L'usage résidentiel des eaux souterraines est relié aux puits privés (usage hors réseau) puisque seules cinq municipalités disposent d'un captage municipal (usage réseau) : Abercorn, Brigham, Frelighsburg, Lac-Brome et Sutton. L'usage résidentiel hors réseau des eaux souterraines est le plus important ($\geq 0.10 \text{ Mm}^3/\text{an}$ en 2022) dans les huit municipalités suivantes : Brigham, Bromont, Dunham, Farnham, Frelighsburg, Lac-Brome, Sainte-Sabine et Sutton (figure 5 de l'annexe 5). Quant à l'usage réseau des eaux souterraines, les prélèvements municipaux d'importance ($\geq 0.10 \text{ Mm}^3/\text{an}$ en 2022) sont localisés à Lac-Brome et Sutton. Pour les eaux de surface, l'usage résidentiel n'est jamais pratiqué hors réseau ; ainsi, cet usage ne peut être associé qu'à la présence d'un réseau de distribution municipal. C'est donc le cas dans les six municipalités suivantes : Ville de Bedford, Bromont, Cowansville, Farnham, Saint-Armand et Sutton. Hormis à Saint-Armand, cet usage résidentiel des eaux de surface est plutôt important ($\geq 0.10 \text{ Mm}^3/\text{an}$ en 2022) dans les cinq autres municipalités susmentionnées (figure 7 de l'annexe 5).

Après avoir décrit un à un ces usages municipaux, il est important de comparer les volumes d'eau prélevés par chaque type d'usage (agricole, ICI, résidentiel réseau et hors réseau) afin de pouvoir examiner les niveaux de pression sur les ressources en de surface et souterraine associés à chaque usage au sein de la MRC. Ainsi, en considérant l'usage de l'eau souterraine en 2022 (tableau 4.3 et figure 8 de l'annexe 5), c'est essentiellement l'usage ICI qui est important ($4.26 \text{ Mm}^3/\text{an}$, 55%), suivi par l'usage résidentiel hors réseau ($1.97 \text{ Mm}^3/\text{an}$, 26%), puis par l'usage agricole ($1.00 \text{ Mm}^3/\text{an}$, 13%), et enfin par l'usage résidentiel réseau ($0.47 \text{ Mm}^3/\text{an}$, 6%). Pour l'eau de surface (tableau 4.3 et figure 8 de l'annexe 5), c'est aussi l'usage ICI qui affiche les plus grands volumes prélevés en 2022 ($6.43 \text{ Mm}^3/\text{an}$, 61%) alors que l'usage résidentiel réseau est également significatif ($3.73 \text{ Mm}^3/\text{an}$, 36%) et l'usage agricole moindre ($0.34 \text{ Mm}^3/\text{an}$, 3%).

Dans la MRC Brome-Missisquoi, l'exploitation des ressources en eau (de surface et souterraine) est donc essentiellement associée aux usages ICI ($10.69 \text{ Mm}^3/\text{an}$, 59%). Ce constat est fait en 2022 et ce sera vraisemblablement le cas dans les années à venir où ce premier estimé suggère une hausse de $+0.83 \text{ Mm}^3/\text{an}$ en 2031 par rapport à 2022 (tableau 4.3 et figure 9 de l'annexe 5). Toutefois, cette légère hausse des usages ICI (+7%) devrait être plus significative puisque la réglementation récente impliquant l'abaissement du seuil de déclaration à $50 \text{ m}^3/\text{jour}$ (au lieu des $75 \text{ m}^3/\text{jour}$ actuellement) et la publication de la BD des GPE dès 2024 devraient inciter les préleveurs à soumettre leur déclaration de prélèvement, ce qui entraînera certainement une augmentation du nombre de GPE. Ce constat peut déjà être fait quand on considère les chiffres de 2022 par rapport à ceux de 2010 (tableau 4.3) où l'augmentation des usages ICI (+30%) reflète surtout la disponibilité des déclarations des GPE. De même, le projet actuel pourrait aussi profiter d'un projet connexe de révision de la BD des GPE qui vise notamment à mieux identifier les anomalies des déclarations. Ainsi, même si cet autre projet à une vision à plus long terme, les caractéristiques des points de prélèvement situés dans la MRC Brome-Missisquoi (provenance de l'eau, volumes d'eau déclarés...) pourront être éventuellement prioritaires dans le cadre de ce projet. De même, l'apport de l'indicateur d'usage intramunicipal développé par Huchet et al. (2021) devrait préciser la distribution des zones sous stress associées aux GPE.

Tableau 4.3 : Estimation préliminaire des usages (a) dans la MRC Brome-Missisquoi à trois horizons (2010, 2022 et 2031) et en considérant l'aspect saisonnier (basse et haute saisons), puis comparatif par rapport à une autre période en valeur absolue (b) et en variation relative (c).²

(a)

Source d'approvisionnement ¹	E. Sout.	E. Surf.	Total	E. Sout.	E. Surf.	Total	E. Sout.	E. Surf.	Total	E. Sout.	E. Surf.	Total
Type d'usage	2010 (Mm ³ /an)			2022 (Mm ³ /an)			2031 (Mm ³ /an)			2022 - Haute saison (Mm ³ /an)		
Agricole	1.00	0.34	1.34	1.00	0.34	1.34	1.00	0.34	1.34	1.00	0.34	1.34
ICI	1.59	6.62	8.21	4.26	6.43	10.69	4.26	7.26	11.52	4.60	7.47	12.08
Résidentiel (réseau)	0.45	2.76	3.20	0.47	3.73	4.20	0.47	4.39	4.87	0.80	4.61	5.41
Résidentiel (hors réseau)	1.84	0.00	1.84	1.97	0.00	1.97	2.09	0.00	2.09	2.71	0.00	2.71
Total	4.87	9.72	14.59	7.69	10.50	18.19	7.82	11.99	19.82	9.10	12.42	21.53

(b)³

Source d'approvisionnement ¹	E. Sout.	E. Surf.	Total	E. Sout.	E. Surf.	Total	E. Sout.	E. Surf.	Total	E. Sout.	E. Surf.	Total
Type d'usage	2022 vs 2010 (Mm ³ /an)			2031 vs 2010 (Mm ³ /an)			2031 vs 2022 (Mm ³ /an)			2022 - Haute vs Basse saison (Mm ³ /an)		
Agricole	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ICI	+2.67	-0.19	+2.48	+2.67	+0.64	+3.31	0.00	+0.83	+0.83	+0.34	+1.04	+1.39
Résidentiel (réseau)	+0.02	+0.97	+1	+0.02	+1.63	+1.67	0.00	+0.66	+0.67	+0.33	+0.88	+1.21
Résidentiel (hors réseau)	+0.13	0.00	+0.13	+0.25	0.00	+0.25	+0.12	0.00	+0.12	+0.74	0.00	+0.74
Total	+2.82	+0.78	+3.6	+2.95	+2.27	+5.23	+0.13	+1.49	+1.63	+1.41	+1.92	+3.34

(c)⁴

Source d'approvisionnement ¹	E. Sout.	E. Surf.	Total	E. Sout.	E. Surf.	Total	E. Sout.	E. Surf.	Total	E. Sout.	E. Surf.	Total
Type d'usage	2022 vs 2010 (%)			2031 vs 2010 (%)			2031 vs 2022 (%)			2022 - Haute vs Basse saison (%)		
Agricole	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
ICI	+168%	-3%	+30%	+63%	+10%	+31%	0%	+11%	+7%	+7%	+14%	+12%
Résidentiel (réseau)	+4%	+35%	+31%	+4%	+44%	+40%	0%	+15%	+14%	+41%	+19%	+22%
Résidentiel (hors réseau)	+7%	N/A	+7%	+13%	N/A	+13%	+6%	N/A	+6%	+27%	N/A	+27%
Total	+58%	+8%	+25%	+38%	+22%	+29%	+2%	+12%	+8%	+15%	+15%	+16%

1 : Les acronymes suivants sont utilisés : « E. Sout. » pour « eau souterraine » et « E. Surf. » pour « eau de surface » ;

2 : Les valeurs en italiques indiquent des types d'usage pour lesquels il n'a pas été considéré d'évolution selon les horizons ;

3 : Un code couleur a été utilisé pour faire ressortir les baisses (< 0 Mm³/an), les hausses (> 0 Mm³/an) et quand il n'y a pas d'évolution (0 Mm³/an) ;

4 : Un code couleur a été utilisé pour faire ressortir les variations : baisse ; aucun changement ; hausse non significative (0-10%), importante (10-25%) et **significative (> 25%)**.

L'usage résidentiel est la seconde source de prélèvements dans la région (tableau 4.3); totalisant 4.20 Mm³/an (23%) pour l'usage réseau (i.e. associé à un réseau de distribution municipal à partir d'un prélèvement en lac ou en rivière ou un captage d'eau souterraine) et 1.97 Mm³/an (11%) pour l'usage hors réseau (i.e. associé aux puits privés). Il est recommandé de préciser l'évolution de ces usages résidentiels dans le futur, tout particulièrement pour les municipalités avec une forte croissance démographique prévue entre 2022 et 2031 (> 10%), à savoir Bromont, Cowansville, Farnham et Saint-Ignace-de-Stanbridge. De même, il serait intéressant de préciser la distribution de l'usage résidentiel – surtout hors réseau – notamment via l'indicateur d'usage intramunicipal, afin de vérifier l'influence des usages saisonniers. En effet, l'usage résidentiel hors réseau affiche une croissance de +27% entre la basse et la haute saison en 2022 (tableau 4.3 et figure 9 de l'annexe 5). Cet usage saisonnier est donc à préciser puisque la hausse de population saisonnière (+31%) devrait avoir un impact au moins aussi important sur les ressources en eau que la hausse démographique de la population permanente projetée pour 2031 (+13%) par rapport à 2022. En effet, cette estimation préliminaire suggère une hausse de +16% de l'usage total de l'eau en haute saison contre +8% en 2031 par rapport à 2022 (tableau 4.3). De plus, la distribution des usages en haute saison devrait être différente des projections d'usages pour 2031 puisqu'elle devrait cibler des zones à vocation touristique et des secteurs de villégiature. Idéalement, il faudrait aussi répartir cet usage saisonnier selon une durée de séjour plus courte que l'année et représentative de la population saisonnière afin de mieux préciser cet usage sur la période adéquate.

Finalement, l'usage agricole est présumé stable pour cette estimation préliminaire avec 1.34 Mm³/an (7%) des usages totaux pour 2022 (tableau 4.3 et figure 9 de l'annexe 5). Ce chiffre devra être revu grâce aux données récentes d'usage agricole fournies par le MAPAQ, puis distribué dans la MRC grâce à l'indicateur d'usage intramunicipal, au moins pour les eaux souterraines.

Ce travail initial donne un premier aperçu du niveau de stress sur la ressource en eau souterraine dans les diverses municipalités de la MRC Brome-Missisquoi. En 2022, l'usage total est estimé à 18.19 Mm³/an (tableau 4.3) même s'il s'agit vraisemblablement d'un portrait « optimiste » puisqu'un certain nombre de GPE (ICI ou agricoles) n'apparaît pas encore dans la BD du MELCCFP. En considérant le portrait de 2022 et bien que la distribution spatiale des usages reste à préciser, les cinq municipalités avec le niveau d'usage total de l'eau le plus important (≥ 1.25 Mm³/an) sont le Canton de Bedford, Bromont, Cowansville, Farnham et Lac-Brome (carte 21). L'usage total des ressources en eau est à l'inverse moins significatif (< 0.10 Mm³/an) à Abercorn, Bolton-Ouest, Brome et East Farnham (carte 21). En regardant uniquement l'usage de l'eau de surface qui représente 10.50 Mm³/an en 2022 soit 58% des usages totaux (tableau 4.3), le portrait diffère quelque peu avec des usages importants (≥ 0.50 Mm³/an) pour la Ville de Bedford, Bromont, Cowansville et Farnham (carte 22). À l'inverse, l'usage de l'eau de surface est nul à Bolton-Ouest, minime (< 0.001 Mm³/an) à Abercorn et Brome, et très faible (< 0.005 Mm³/an) dans le Canton de Bedford, East Farnham, Notre-Dame-de-Stanbridge, Pike River et Stanbridge Station (carte 22). Quant aux eaux souterraines, dont l'usage a été évalué à 7.69 Mm³/an en 2022, ce qui représente 42% des usages totaux (tableau 2.3), la distribution des municipalités avec les plus forts taux d'usage sont bien différentes des eaux de surface. En effet, l'usage des eaux souterraines est plutôt élevé (≥ 0.50 Mm³/an) dans le Canton de Bedford, Dunham, Lac-Brome, Pike River et Stanbridge Station ; tandis qu'il est nul pour la Ville de Bedford, et même minime (< 0.05 Mm³/an) à Abercorn, Brome, et Cowansville (carte 23). Ces trois cartes d'usage (total, eau de surface, eau souterraine) pourront être produites à la fois dans une version révisée de l'usage actuel mais aussi en considérant les projections démographiques futures de 2031 et également en tenant compte de l'usage saisonnier.

Afin d'évaluer le niveau relatif d'exploitation des eaux souterraines (ratio usage/recharge) dans chaque municipalité de la MRC, la recharge distribuée de l'aquifère rocheux (carte 11) a été convertie en recharge moyenne par municipalité (carte 19). Cette recharge moyenne varie selon les municipalités avec 81 mm/an à Pike River jusqu'à 202 mm/an à Bolton-Ouest (tableau 5 de l'annexe 5) pour une recharge globale de 163 mm/an au sein de la MRC (figure 10 de l'annexe 5). Ce taux de renouvellement de la ressource est ensuite converti en Mm^3/an afin de pouvoir être comparé au niveau d'exploitation de l'eau souterraine égal à $7.69 \text{ Mm}^3/\text{an}$ en 2022 dans la MRC (tableau 6 de l'annexe 5). La quantité d'eau disponible et renouvelable annuellement (recharge) dans la MRC est estimée à $273.99 \text{ Mm}^3/\text{an}$, mais ce chiffre pourrait être révisé avec les apports de la grille climatique Info-Climat du MELCCFP, puis estimé dans le futur en considérant les simulations climatiques disponibles. La carte 20 est intéressante car elle révèle un contraste assez marqué entre les municipalités situées dans la partie est de la MRC où la quantité d'eau disponible est assez élevée ($\geq 19 \text{ Mm}^3/\text{an}$), en l'occurrence Bolton-Ouest, Dunham, Frelighsburg, Lac-Brome et Sutton ; et celles situées dans sa partie ouest où la disponibilité en eau souterraine est moindre ($< 3 \text{ Mm}^3/\text{an}$), à savoir la Ville de Bedford, Brome, East Farnham et Stanbridge Station. Ce contraste est à mettre en relation avec le contexte géologique (carte 3) qui influence fortement le taux de renouvellement de l'aquifère rocheux puisque les Appalaches (hauts topographiques) à l'est sont souvent associées à des secteurs de recharge tandis que les Basses-Terres à l'ouest sont généralement recouvertes de dépôts fins ne facilitant pas la recharge du roc.

Le niveau relatif d'exploitation de l'eau souterraine a finalement été calculé pour les 21 municipalités de la MRC (tableau 6 de l'annexe 5). Ce ratio usage/recharge, communément appelé indicateur de stress sur l'eau souterraine, présente une certaine variabilité entre les municipalités (carte 24). En l'état actuel, le niveau de stress sur l'eau souterraine est considéré comme non durable ($> 20\%$) à Pike River et Stanbridge Station tandis qu'une surexploitation de la ressource en eau souterraine ($> 40\%$) est observée pour le Canton de Bedford. Dans le reste de la MRC, le niveau de stress est faible ($< 5\%$) à l'exception d'East Farnham où il est modéré (5-10%). Hormis dans les trois municipalités mentionnées ci-dessus, le niveau global de stress sur l'eau souterraine n'est pas critique dans la MRC avec un ratio usage/recharge de 2.9% en 2022 qui devrait peu évoluer dans le futur (tableau 6 de l'annexe 5). Cependant, Huchet et al. (2021) ont identifié plusieurs limites à cet indicateur de stress lorsque les usages sont calculés par municipalité. Pour y remédier, il est suggéré de revoir les calculs d'usage et de les distribuer spatialement sur une grille, ce qui permettra par la suite de mieux les définir au sein de limites naturelles (tels que les bassins versants) ou administratives (comme les limites municipales).

Ce portrait initial des divers usages des ressources en eau (souterraine et de surface) est synthétisé à l'annexe 5 en se référant au tableau 7 ainsi qu'aux figures 11 et 12. De ce travail initial découlent plusieurs recommandations pour la révision des usages : (1) actualiser l'usage agricole avec les données du MAPAQ ; (2) préciser la distribution des usages résidentiels (réseau et hors réseau) en s'appuyant sur les données du rôle d'évaluation fournies par la MRC plutôt que sur la densité de puits du SIH (système d'information hydro-géologique) ; et (3) prioriser le traitement des GPE localisés dans la MRC afin d'obtenir un portrait plus précis des usages ICI. Cet usage sera revu en appliquant la démarche de définition de l'usage intramunicipal de l'eau souterraine proposé dans Huchet et al. (2021). L'usage pourra ensuite être évalué dans le futur en considérant la croissance démographique prévue pour 2031 et également modulé en considérant les variations de population saisonnière. Enfin, la recharge sera actualisée avec l'outil PyHELP et estimée dans le futur grâce à l'intégration des résultats issus des modèles climatiques. Cela permettra finalement de définir des niveaux de stress sur l'eau souterraine à la fois pour la période actuelle mais aussi dans le futur et en période de forts usages (haute saison).

4.2 APPROVISIONNEMENT EN EAU MUNICIPAL

Les systèmes d’approvisionnement en eau municipaux, les principaux enjeux de quantité et qualité d’eau et les menaces et enjeux de gestion des aires de protection ont été inventoriés à l’aide des rapports d’analyse de vulnérabilité (RAV) des municipalités.

4.2.1 Synthèse des systèmes d’approvisionnement municipaux

Dans la MRC Brome-Missisquoi, sept municipalités (la Ville de Bedford, Saint-Armand, Bromont, Cowansville, Farnham, Lac-Brome et Sutton) possèdent un système de distribution d’eau potable alimentant plus de 500 personnes et au moins une résidence, soit un approvisionnement de catégorie 1. Ces municipalités doivent ainsi produire un RAV renouvelé tous les six ans. Trois autres municipalités (Abercorn, Brigham et Frelighsburg) ont une installation de catégorie 2 qui n’oblige pas les responsables à produire un RAV ; il n’en existe d’ailleurs pas d’après les connaissances actuelles. Le tableau 4.4 présente un résumé des ouvrages de prélèvement municipaux présents sur le territoire de la MRC (indiqués également sur la carte 25) : leur catégorie, la provenance de l’eau (de surface ou souterraine) et du type d’approvisionnement.

Tableau 4.4 : Résumé des infrastructures d’approvisionnement en eau municipales.

Municipalité	Catégorie	Ouvrages (nombre)	Provenance de l’eau	Type d’approvisionnement
Abercorn	2	1	Souterraine	Nappe (granulaire)
Ville de Bedford / St-Armand	1	1	Surface	Lac
Brigham	2	1	Souterraine	Nappe (granulaire)
Bromont	1	1	Surface	Rivière
Cowansville	1	1	Surface	Rivière
Farnham	1	1	Surface	Lac
Frelighsburg	2	1	Souterraine	Nappe (granulaire)
Lac-Brome	1	4	Souterraine	Nappe (granulaire)
Sutton	1	2	Mixte	Rivière et nappe (granulaire)

4.2.2 Aires de protection (RAV)

Les ouvrages de prélèvement d’eau de catégorie 1 doivent obligatoirement avoir une aire de protection, évaluée par un professionnel tel que prévu par la loi (Éditeur officiel du Québec, 2023a). Ainsi, trois aires de protection doivent être définies selon la vulnérabilité intrinsèque (indice DRASTIC) de chaque site de prélèvement : (1) éloignée, (2) intermédiaire (virologique et bactériologique) et (3) immédiate (la plus proche du point de prélèvement). Le tableau 4.5 présente les critères des trois aires de protection qui s’appliquent aux ouvrages de prélèvement d’eau de surface.

Tableau 4.5 : Critères des aires de protection pour les sites de prélèvement (SP) d’eau de surface (Éditeur officiel du Québec, 2023a).

Type d’approvisionnement	Aires de protection		
	Immédiate	Intermédiaire	Éloignée
Lac	300 m autour du SP	3 km autour du SP	Bassin versant du SP

Le tableau 4.6 présente les critères des aires de protection qui s'appliquent aux ouvrages de prélèvement d'eau souterraine, selon la catégorie du prélèvement d'eau.

Tableau 4.6 : Critères des aires de protection pour les sites de prélèvement (SP) d'eau souterraine (Éditeur officiel du Québec, 2023a).

Catégorie	Aires de protection				Niveau de vulnérabilité (indice DRASTIC)
	Immédiate	Intermédiaire		Éloignée	
		Bactério. ¹	Viro. ¹		
1	30 m	Tm ² : 200 jours	Tm ² : 500 jours	Aire d'alimentation complète du SP	Faible : indice ≤100 Moyen : indice < 180 Élevé : Indice ≥180
2	30 m	100 m	200 m	2 km en amont hydraulique du SP	Élevé

1 : « Bactério. » et « Viro. » réfèrent respectivement à « bactériologique » et « virologique »;

2 : « Tm » réfère au temps de migration de l'eau souterraine.

4.2.3 Vulnérabilité des infrastructures de prélèvement selon les RAV

La vulnérabilité des infrastructures de prélèvement a été déterminée à l'aide des RAV des municipalités, soit celles ayant des ouvrages de prélèvement de catégorie 1. La Carte 25 illustre les prélèvements d'eau sur la région d'étude, selon les bassins versants (MELCCFP, 2022c). Les prélèvements d'eau de surface et d'eau souterraine y sont représentés, de même que le type d'approvisionnement et leurs catégories. La carte 26 illustre les prélèvements d'eau selon la vulnérabilité de l'aquifère de roc. Quelques GPE ICI se retrouvent à l'ouest du territoire, où l'indice de vulnérabilité DRASTIC de l'aquifère est supérieur à 145 (supérieur au 75^e percentile). Trois ouvrages de prélèvement de catégorie 1 se trouvent également dans cette zone. La carte 27 présente l'ensemble des aires de protection des sites de prélèvement d'eau (SP). Il est possible de remarquer que les SP d'eau de surface ont de très grandes aires de protection, certaines aires dépassent même le territoire de la MRC Brome-Missisquoi et se prolongeant aux États-Unis.

Les deux méthodes d'analyse et les indicateurs utilisés dans ce rapport ont été établis selon le Guide de réalisation des analyses de vulnérabilité des sources destinées à l'alimentation en eau potable (MELCCFP, 2018) et le Règlement de prélèvement des eaux et leur protection (RPEP) (Éditeur officiel du Québec, 2023a). Toutes les mentions de résultats d'analyse des eaux de surface sont références aux données disponibles dans la Banque de données sur la qualité du milieu aquatique (BQMA) (MELCCFP, 2023d). Les critères 1000 et 200 UFC/100 ml correspondent au dénombrement des coliformes fécaux.

La méthode 1 est basée sur les données historiques concernant les événements naturels ou anthropiques ayant affecté l'intégrité physique du site de prélèvement. Ces événements peuvent être une pénurie d'eau, ou un bris physique du site de prélèvement. Cette méthode permet d'établir un niveau de vulnérabilité selon les critères présentés au tableau 4.7 tiré directement du Guide (MELCCFP, 2018). La méthode 2, pour sa part, est basée sur les données actuelles et les projections de différentes variables hydrologiques du cours d'eau. Cette méthode d'analyse nécessite l'apport d'un professionnel, sans quoi un niveau de vulnérabilité « très élevé » doit être attribué au site de prélèvement (MELCCFP, 2018). À noter que malheureusement le même terme « vulnérabilité » appliqué ici n'a pas la même signification que la vulnérabilité des nappes

définie avec l'indice DRASTIC (voir le tableau 4.6). Tel qu'appliqué aux prélèvements en eau de surface, le terme « vulnérabilité » réfère plutôt à un « risque ».

Tableau 4.7 : Niveau de vulnérabilité (« risque ») selon la méthode 1 du Guide de réalisation des analyses de vulnérabilité des sources destinées à l'alimentation en eau potable (MELCCFP, 2018).

Nombre d'événements distincts répertoriés ¹	Niveau de vulnérabilité
Aucun	Faible
1	Moyen
> 1	Élevé

1 : Période couvrant l'ensemble de cinq années consécutives.

Les deux méthodes d'analyse sont basées sur six niveaux (ou types) de vulnérabilité (« risque »), identifiés de A à E. Le tableau 4.8 présente les méthodes d'analyse préconisées pour l'évaluation de chaque niveau de vulnérabilité (MELCCFP, 2018).

Tableau 4.8 : Indicateurs de vulnérabilité (« risque ») et méthode d'analyse (MELCCFP, 2018).

Indicateur	Source des données utilisées	Méthode principale	Méthode alternative
A (physique)	Registre des événements	1	1
B (micro-organismes)	Eau brute	1	1
C (matières fertilisantes)	Registre des événements	1 et 2	1
E (substances inorganiques)	Eau brute	1	1
F (substances organiques)	Eau brute	1	1

4.2.3.1 Ville de Cowansville

La ville de Cowansville possède un ouvrage de prélèvement d'eau de catégorie 1. La prise d'eau de la ville de Cowansville est située dans le lac Davignon. Les aires de protection du site de prélèvement d'eau de la ville sont présentées à la carte 28 sur un fond d'occupation du territoire. L'occupation du territoire dans les aires de protection de l'ouvrage de prélèvement de Cowansville comprend les catégories forestière, agricole et anthropique autour de la ville en question. Plusieurs niveaux de vulnérabilité ont été établis dans le rapport d'analyse de vulnérabilité de la ville (OBV Yamaska, 2021b).

Le premier niveau de vulnérabilité est la vulnérabilité physique du site de prélèvement (A). Ce niveau est « faible » pour la méthode 1 car aucun événement naturel ou anthropique compromettant l'intégrité du site n'a été répertorié entre 2014 et 2018. La vulnérabilité physique est cependant élevée pour la méthode 2 en raison du faible débit naturel de la rivière Yamaska Sud-Est, des projections défavorables reliées aux changements climatiques, des problèmes d'érosion en amont du lac Davignon, de l'absence d'information concernant les projets de développement et la demande en eau pour la ville de Cowansville. Le deuxième niveau de vulnérabilité est lié aux micro-organismes (B). Cette vulnérabilité est « faible » pour la méthode 1 avec une médiane de 8 UFC/100 ml et un 95^{ème} percentile de 77.6 UFC/100 ml, sous la limite du niveau de vulnérabilité faible qui correspond à une médiane inférieure à 15 UFC/100 ml et un 95^e percentile inférieur à 150 UFC/100 ml. À noter que l'acronyme « UFC » réfère à « Unité Formatrice de Colonie » qui représente le dénombrement de coliformes totaux, en l'occurrence la concentration en bactéries *E. coli*.

Le troisième niveau de vulnérabilité est lié aux matières fertilisantes (C). Ce niveau de vulnérabilité est classé comme « *moyen* ». La moyenne de phosphore total dans l'eau pour la méthode 1 est de 11.0 µg/L, entre les limites de 10 et 20 µg/L, pour un niveau de vulnérabilité moyen. Cette moyenne est la même que celle évaluée à l'aide de la méthode 2. Le RAV (OBV Yamaska, 2021b) présente de l'information additionnelle sur les matières fertilisantes dans la région de la ville de Cowansville. Notamment, le projet 210, réalisé par Réseau-Rivières entre 2013 et 2018, a permis d'analyser 65 échantillons sur la rivière Yamaska Sud-Est, à une station dans le secteur de West Brome. Ce projet a permis de déterminer un dépassement de 11%, soit sept échantillons sur 65, concernant le critère limite de 0.03 mg/l de phosphore total. Aucun dépassement n'a été mesuré pour l'azote total ni l'ammoniac. Le projet 821, réalisé par l'OBV Yamaska entre 2013 et 2018, a permis d'analyser neuf échantillons sur une station, dans le secteur de Bolton-Ouest. Ce projet n'a recensé aucun dépassement concernant le phosphore total. Aucun test n'a été réalisé sur l'azote total ou l'ammoniac.

Le quatrième niveau de vulnérabilité est lié à la turbidité (D). La turbidité de l'eau prélevée à l'ouvrage de Cowansville est « *faible* » pour la méthode 1 avec le 99^e percentile à 16.72 UTN (Unité standard de mesure de la turbidité). Le critère de la méthode 1 pour une vulnérabilité élevée étant que le 99^e percentile des données d'eau brute recueillies soit supérieur à 100 UTN. Par rapport à la turbidité, le projet 210, évoqué plus haut a permis de déterminer un dépassement de 15% pour 10 échantillons sur 65 concernant le critère de 5.2 UTN pour la turbidité ainsi qu'un dépassement de 11% concernant le critère de 13 mg/l des MES, soit sept échantillons sur 65. Également, le projet 821 mentionné plus haut a permis d'analyser neuf échantillons sur une station (secteur Bolton-Ouest). Aucun test n'a été réalisé pour la turbidité et les analyses n'ont démontré aucun dépassement pour les MES.

Le cinquième niveau de vulnérabilité concerne les substances inorganiques (E). La vulnérabilité de niveau 1 a été déterminée comme « *faible* », puisque l'analyse des 11 substances inorganiques (i.e. antimoine, arsenic, baryum, bore, cadmium, chrome, cyanures, fluorures, mercure, sélénium et uranium) présente des résultats sous les 20% de la norme applicable. Le projet 210 n'a recensé aucun dépassement de la norme et les substances inorganiques n'ont pas été testées lors de la réalisation du projet 821.

Le sixième niveau de vulnérabilité est lié aux substances organiques (F). La méthode 1 a permis de déterminer un niveau de vulnérabilité « *faible* », à l'aide de 32 substances dont le suivi régulier est requis par le Règlement sur la qualité de l'eau potable (RQEP) (Éditeur officiel du Québec, 2023b). Effectivement, l'analyse des 32 substances organiques a permis de déterminer des résultats en dessous de 20% de la norme applicable. Cependant, pour toutes les stations, à l'exception de celle de la rivière Yamaska à Saint-Hyacinthe, le taux d'anomalies de type DELT (Déformation, Érosion, Lésion, Tumeur) est élevée chez les poissons. De plus, le dépassement du seuil de contamination du poisson sont identifiés pour les dioxines, les furanes chlorés et les polybromodiphényléthers (PBDE) à cinq atomes de brome. Ce problème est avéré au niveau de la station située en aval de Cowansville sur la rivière Yamaska Sud-Est.

En résumé, le critère de vulnérabilité pour l'installation de prélèvement physique (A) a un niveau de vulnérabilité « *faible* » pour la méthode 1 et « *élevé* » pour la méthode 2. Le troisième critère de vulnérabilité, les matières fertilisantes (C) a un niveau « *moyen* ». Les quatre autres critères, soit les micro-organismes (B), la turbidité (D), les substances inorganiques (E) et les substances organiques (F) ont des niveaux de vulnérabilités « *faible* ».

4.2.3.2 Ville de Bromont

Le rapport d'analyse de vulnérabilité de l'ouvrage de prélèvement d'eau de la ville Bromont a été réalisé par l'OBV Yamaska (2021c). La prise d'eau de la ville de Bromont se situe dans la rivière Yamaska, en aval du lac Brome (carte 29). Le premier niveau de vulnérabilité relié à l'intégrité physique du site de prélèvement (A) est considéré « *élevé* » pour la méthode 1 à cause de la dépendance à un tiers pour la gestion du barrage Foster, de problèmes récurrents d'accumulation d'objets autour de la prise d'eau et des étiages de la rivière Yamaska en période estivale. Le deuxième niveau de vulnérabilité, soit la vulnérabilité aux micro-organismes (B) est « *moyen* » avec une médiane de 55 UFC/100 ml et un 95^e percentile de 1 280 UFC/100 ml pour la méthode 1, des valeurs entre les critères de concentrations des bactéries faible et élevé - médianes de 15 et 150 UFC/100 ml, respectivement-. Le projet 821 a permis d'obtenir plus d'information concernant les micro-organismes : avec l'analyse de 27 échantillons sur deux stations. Un dépassement de 11% pour un échantillon sur neuf concernant le critère 1 000 UFC/100 ml et un dépassement de 22% pour deux échantillons sur neuf concernant le critère 200 UFC/100 ml ont été compilés. L'importance de ces dépassements est toutefois moindre compte tenu de leurs faibles magnitudes respectives.

Le troisième critère de vulnérabilité aux matières fertilisantes (C) est « *faible* » selon la méthode 1. Une moyenne de phosphore total dans l'eau de 0.025 µg/L a été mesurée, et cette mesure est inférieure au critère maximum de 10 µg/L pour une faible vulnérabilité. La méthode 2 considère la vulnérabilité « *faible* » également, puisqu'aucune déclaration par rapport à la prolifération d'algues, de cyanobactéries ou de plantes aquatiques ou encore à la présence d'azote n'a été recensée. Le projet 239, réalisé entre 2013 et 2017, a permis d'analyser 23 échantillons sur deux stations. Deux dépassements ont été mesurés pour la norme de 0.2 mg/L d'ammoniac, soit 14% pour un échantillon sur sept (station 1) et 6% pour un échantillon sur 16 (station 2). Aussi, un dépassement de 63% pour cinq échantillons sur huit concernant le critère 1 mg/L de l'azote total et un dépassement entre 8 et 50% pour 68 échantillons concernant le critère 0.03 mg/L de phosphore total. Le projet 821, réalisé entre 2013 et 2018, a permis d'analyser 53 échantillons sur huit stations et un dépassement de 11 à 33% pour huit échantillons concernant le critère 0.03 mg/L du phosphore total a été mesuré.

Le quatrième critère de vulnérabilité, la turbidité (D) est « *moyen* » pour la méthode 2 en tenant en compte des caractéristiques physiques du territoire, soit le sol de type sableux et sensible à l'érosion, du réseau hydrique et des activités anthropiques susceptibles de favoriser la turbidité dans le bassin versant. Le projet 239, réalisé entre 2013 et 2017 dans le secteur du lac Brome par l'OBV Yamaska et le Conseil de gestion du bassin versant de la Yamaska (COGEBY) (OBV Yamaska, 2021c), a permis d'analyser 140 échantillons sur neuf stations et un dépassement de 5 à 100% du critère de 13 mg/L des MES. Aucun dépassement pour la turbidité n'a été recensé dans ce projet. Le projet 821 a permis d'analyser 17 échantillons sur deux stations. Un dépassement de 11 à 12.5% pour deux échantillons concernant le critère 13 mg/l des MES et aucun concernant la turbidité. Le projet 210 réalisé entre 2013 et 2018 a permis d'analyser 45 échantillons sur une station, un dépassement de 2% pour quatre échantillons sur 45 concernant le critère de 13 mg/l des MES a été constaté, ainsi qu'un dépassement de 9% pour un échantillon sur 45 du critère de 5.2 UTN.

Le cinquième critère de vulnérabilité relié aux substances inorganiques (E) est « *faible* » pour la méthode 1, puisque l'analyse des 11 substances organiques présentent des résultats sous les 20% de la norme applicable. De plus, les projets 239, 821 et 210 ne présentent aucun dépassement quant aux normes de substances inorganiques. Le sixième critère, soit la vulnérabilité aux substances organiques (F) est faible pour la méthode 1 avec l'analyse des résultats des 32 substances organiques suivies sous les 20% de la norme applicable.

Aussi, pour toutes les stations, sauf celle de la rivière Yamaska à Saint-Hyacinthe, les indices d'intégrité biologique répertoriés sont généralement faibles, le taux d'anomalies de type DELT (Déformation, Érosion, Lésion, Tumeur) est élevé chez les poissons, et il y a dépassement du seuil de contamination du poisson par les dioxines, les furanes chlorés et les PBDE à cinq atomes de brome. Enfin, une contamination particulièrement élevée dans la rivière Yamaska Nord et la rivière Le Renne en aval d'Acton Vale a été notée. Cependant, aucune donnée spécifique n'est disponible pour la rivière Yamaska dans le secteur de la prise d'eau.

En bref, pour l'installation de prélèvement de Bromont, dans la rivière Yamaska, le premier critère de vulnérabilité relié à l'intégrité physique de l'installation de prélèvement (A) est « *élevé* », la vulnérabilité aux micro-organismes (B) est « *moyenne* », celle aux matières fertilisantes (C) est « *faible* », la vulnérabilité à la turbidité (D) est considérée « *moyenne* » et celle des substances inorganiques et organiques (E) et (F) sont « *faibles* ».

4.2.3.3 Ville de Farnham

Les six niveaux de vulnérabilité pour l'ouvrage de prélèvement de la ville de Farnham ont été évalués par l'OBV Yamaska (2021d). La carte 30 présente les aires de protection de l'ouvrage de prélèvement de Farnham. L'aire de protection éloignée couvre toute la région nord-ouest du territoire de la MRC, et dépasse même ce territoire. Le premier niveau, soit la vulnérabilité physique du site de prélèvement (A) est classée comme « *moyen* » à l'aide de la méthode 1, aucun événement n'a été répertorié entre 2014 et 2018. La méthode 2 permet aussi de classer le niveau de vulnérabilité comme « *moyen* », en raison notamment du type de sol sableux de la rivière, du faible débit de la rivière Yamaska, qui rend la rivière vulnérable aux changements climatiques et de la présence de terres agricoles dans les plaines inondables.

Le deuxième niveau, soit la vulnérabilité aux micro-organismes (B), est classé comme « *moyen* » pour la méthode 1, avec 143 UFC/100 ml et un 95^e percentile de 1 910 UFC/100 ml, soit une concentration médiane d'*E. coli* entre 15 et 150 UFC/100 ml et une concentration au 95^e percentile entre 150 et 1 500 UFC/100 ml. De plus, le projet 821, réalisé dans le secteur de Bolton-Ouest, a permis d'analyser 27 échantillons sur deux stations. Ces analyses ont permis de dénombrer un dépassement de 11 à 17% pour quatre échantillons sur 27 concernant le critère de 1 000 UFC/100 ml, en plus d'un dépassement de 22 à 37% pour 17 échantillons sur 71 concernant le critère de 200 UFC/100 ml. Le projet 210 quant à lui, réalisé à Farnham, a permis d'analyser 230 échantillons sur une station et de recenser un dépassement de 3 à 54% pour 50 échantillons sur 230 concernant le critère de 1 000 UFC/100 ml ainsi qu'un dépassement de 11 à 92% pour 111 échantillons sur 230 du critère de 200 UFC/100 ml.

Le troisième niveau de vulnérabilité, les matières fertilisantes (C), est classé comme « *élevé* » pour les méthodes 1 et 2 avec une moyenne de phosphore total dans l'eau de 64.1 µg/L, puisque la concentration est supérieure à 50 µg/L. De plus, le projet 239, réalisé entre 2013 et 2017, a permis d'analyser 23 échantillons sur deux stations au lac Brome, et de recenser des dépassements pour deux échantillons sur 23 (pour les deux stations) concernant la norme fixée à 0.2 mg/L d'ammoniac ainsi qu'un dépassement pour cinq échantillons sur huit du critère 1 mg/L de l'azote total (pour une station) ont été dénombrés. En outre, le dépassement de 68 échantillons du critère 0.03 mg/L de phosphore total a été identifié. Le projet 821, réalisé par l'OBV Yamaska dans le secteur de Bolton-Ouest, a permis d'analyser 53 échantillons sur huit stations. Cette analyse a permis de dénombrer un dépassement pour cinq stations du critère 0.03 mg/l du phosphore total. Le projet 210 a permis d'analyser des échantillons à plusieurs stations à travers le secteur de Farnham. Ces

analyses ont permis d'identifier un dépassement à trois stations, pour 13 échantillons sur 169 concernant le critère ammoniac ainsi qu'un dépassement à trois stations pour 94 échantillons sur 169 concernant le critère 1 mg/L de l'azote total. Également, des dépassements à quatre stations pour 101 échantillons sur 233 du critère 0.03 mg/L de phosphore total ont été recensés.

Le quatrième critère de vulnérabilité, soit la turbidité (D) est considéré comme « *moyen* » à l'aide de la méthode 2, en tenant en compte des caractéristiques physiques du territoire, du réseau hydrique et des activités anthropiques susceptibles de favoriser la turbidité dans le bassin versant. Aussi, concernant la turbidité, le projet 239, réalisé par l'OBV Yamaska et le COGEBY (OBV Yamaska, 2021d), a permis d'analyser 140 échantillons sur neuf stations. Ces analyses ont permis de dénombrer un dépassement de 24 échantillons sur 140 du critère établi à 13 mg/L pour les MES, et aucun dépassement pour la turbidité. Le projet 821, réalisé dans le secteur de Bolton-Ouest, a permis d'analyser 17 échantillons sur deux stations et de dénombrer un dépassement pour deux échantillons sur 140 du critère de 13 mg/l en MES, de même qu'aucun dépassement pour la turbidité. Le projet 210, réalisé dans le secteur de Farnham, a permis d'analyser 45 échantillons à une station, avec un dépassement de 2% pour quatre échantillons sur 45 du critère de 13 mg/L des MES ainsi que des dépassements pour 70 échantillons sur 278 du critère de 5.2 UTN ont été dénombrés.

Le cinquième critère de vulnérabilité, soit les substances inorganiques (E) est classé comme « *faible* » pour la méthode 1. Effectivement, tous les résultats de nitrates-nitrites sont sous les 20% de la norme applicable pour les 11 substances organiques analysées. Les projets 210, 230 et 538 ont recensés, respectivement, un dépassement de huit échantillons sur 63, d'un échantillon sur trois et d'un échantillon sur sept pour le critère de 3 mg/L pour les nitrates-nitrites.

Le sixième critère de vulnérabilité, soit la vulnérabilité aux substances organiques (F), est considéré comme « *faible* » avec la méthode 1. Effectivement, tous les résultats sont sous la limite de détection du laboratoire. Concernant les contaminants émergents, à toutes les stations, sauf celle de la rivière Yamaska à Saint-Hyacinthe, les indices d'intégrité biologiques répertoriés sont généralement faibles. En effet, le taux d'anomalies de type DELT (Déformation, Érosion, Lésion, Tumeur) est élevé chez les poissons, il y a un dépassement du seuil de contamination du poisson par les dioxines, les furanes chlorés et les PBDE à cinq atomes de brome et une contamination particulièrement élevée dans la rivière Yamaska Nord et la rivière Le Renne en aval de Farnham. Aucune donnée sur la rivière Yamaska en amont et en aval de Farnham n'est disponible ; cependant, des données de Cowansville et Granby ont été utilisées afin d'effectuer les échantillonnages.

En résumé pour l'ouvrage de prélèvement de Farnham, le premier critère de vulnérabilité de l'installation de prélèvement physique (A) est « *moyen* », la vulnérabilité aux micro-organismes (B) est « *moyenne* », celle aux matières fertilisantes (C) est « *élevée* », la vulnérabilité à la turbidité (D) est considérée comme « *moyenne* » et celle des substances inorganiques et organiques (E) et (F) sont « *faibles* ».

Les cartes 31 à 33 présentent respectivement les aires de protection des ouvrages de prélèvement des villes de Bedford, Lac-Brome et Sutton. Il n'y a pas eu de RAV produit pour ces ouvrages et il faudra obtenir plus d'information sur ces ouvrages dans une phase ultérieure des travaux afin d'évaluer leur niveau de vulnérabilité.

4.2.4 Enjeux de protection (quantité et qualité)

Les enjeux de protection de la ressource en eau ont été déterminés à l'aide de données transmises par la MRC. Il s'agit d'une compilation des enjeux d'approvisionnement en eau recensés par la MRC lors d'une tournée des 21 municipalités réalisée en janvier et de février 2022. Le tableau 4.9 présente une synthèse des enjeux municipaux de quantité et de qualité d'eau classés par niveau d'importance. Plusieurs enjeux de quantité et de qualité d'eau ont été recensés dans les 20 municipalités sondées (la municipalité de Pike River n'a pas pu être rencontrée) : 15 d'entre-elles ont subi des problématiques d'approvisionnement en eau (niveau moyen à élevé) et trois ont été affectées par des problématiques qualitatives (niveau moyen). Même si des enjeux ont été recensés dans 20 municipalités, le portrait des enjeux de cette section se veut préliminaire et se concentre donc essentiellement sur les 10 municipalités de la MRC ayant un ouvrage de production d'eau municipal, soit Abercorn, Bedford (Ville), Saint-Armand, Brigham, Bromont, Cowansville, Farnham, Frelighsburg, Lac-Brome et Sutton.

Tableau 4.9 : Enjeux d'approvisionnement en eau affectant les municipalités de la MRC classés par niveau d'importance (tableau de compilation extrait du tableur fourni à l'interne par la MRC).

Niveau d'importance	Enjeu quantité d'eau	Enjeu qualité de l'eau
Non documenté	1 municipalité ¹	12 municipalités ¹
Faible	3 municipalités (Brigham ⁴ , Brome, Frelighsburg ⁴)	2 municipalités (Cowansville ³ , Lac-Brome ⁴)
Peu significatif	2 municipalités (Abercorn ⁴ et Canton de Bedford)	4 municipalités (Brigham ⁴ , Bromont ³ , Farnham ³ , Stanbridge-Station)
Moyen	12 municipalités (Ville de Bedford ³ , Bromont ³ , Cowansville ³ , Dunham, East-Farnham, Farnham ³ , Lac-Brome ⁴ , Notre-Dame-de-Stanbridge, Saint-Armand ³ , Stanbridge East, Stanbridge Station, Sainte-Sabine)	3 municipalités (Ville de Bedford ³ , Saint-Armand ³ et Sainte-Sabine)
Élevé	3 municipalités ² (Bolton-Ouest, Saint-Ignace-de-Stanbridge, Sutton ^{3,4})	Aucun
Total	21 municipalités	21 municipalités

1 : La municipalité de Pike River n'a pas été rencontrée ;

2 : Problématiques affectant même les producteurs agricoles ;

3 : Municipalités alimentées (au moins en partie) par un réseau de distribution municipal (aqueduc) via les eaux de surface ;

4 : Municipalités alimentées (au moins en partie) par un réseau de distribution municipal (aqueduc) via les eaux souterraines.

La municipalité d'Abercorn, dont les habitants sont alimentés en eau potable grâce à l'eau souterraine (via un réseau de distribution municipal et des puits privés), est touchée par une baisse du niveau de nappe. L'approvisionnement des puits municipaux répond bien à la demande actuelle, selon le suivi réalisé par la firme Aquatech. En effet, le volume d'eau pompé est de 1.00 m³/jour et la consommation de 0.30 à 0.34 m³/jour. Selon la municipalité, l'eau est donc utilisée de façon responsable. La pérennité des infrastructures de pompage n'est pas connue et la municipalité indique que ce type d'analyse serait pertinent dans le contexte des potentiels développements domiciliaires, tel le projet de 100 nouvelles résidences projetées dans la municipalité. Un suivi de la pérennité des ouvrages à long terme est recommandé à la suite de la compilation des commentaires recueillis par la municipalité d'Abercorn.

Pour les résidents de la Ville de Bedford et de Saint-Armand, qui sont alimentés à la fois par des eaux de surface (aqueduc municipal) et les eaux souterraines (puits privés), l'étiage de 2021 a été très sévère. Effectivement, il y a eu plusieurs demandes pour creuser des puits de surface, notamment dans le secteur du Canton de Bedford (plus au Nord) pour certaines fermes. Face aux demandes de pomper l'eau du lac Champlain, la municipalité s'est vue contrainte de donner plus de permis. Dans les deux municipalités, la contamination bactérienne est également mentionnée (avis d'ébullition quand le niveau baisse à Bedford) en plus de la vulnérabilité associée aux étiages qui diminuent les taux de dilution (hausse des contaminations microbiennes en période d'étiage).

Pour les habitants de la municipalité de Brigham, alimentés en totalité par de l'eau souterraine, soit par le réseau de distribution municipal ou des puits privés, aucun enjeu de quantité d'eau n'est évoqué. Quelques puits privés auraient un potentiel de contamination selon les données du puits municipal pour les paramètres suivants : manganèse, fer et arsenic.

La Ville de Bromont, dont la population est alimentée par des eaux de surface à hauteur de 74% et également par l'intermédiaire de puits privés, fait face à une vulnérabilité face aux étiages pouvant impliquer une baisse du taux de dilution.

Pour la Ville de Cowansville, dont 78% des résidents sont alimentés par un aqueduc municipal à partir des eaux de surface (lac Davignon) et le reste par les puits privés, l'étiage de 2021 a entraîné l'assèchement de quelques puits. En 2016, une étude d'ingénierie concernant la capacité du lac Davignon a indiqué qu'il serait en mesure de fournir le double de l'eau qu'il fournit présentement. De plus, l'enjeu de qualité d'eau n'est pas si problématique, selon la municipalité. Quelques autres enjeux de qualité d'eau à Cowansville, évoqués lors de la visite de l'installation de production d'eau potable du lac Davignon en août 2023, concernent le faible débit naturel de la rivière Yamaska Sud-Est, les projections défavorables dû aux changements climatiques ainsi que les problèmes d'érosion en amont du lac Davignon. De même, quelques dépassements de phosphore total et de turbidité ont été recensés avant 2018, mais aucun en 2022. Un dépassement de la norme des coliformes totaux a été recensé en 2022, de même que quelques anomalies de type DELT chez les poissons. La contamination de la rivière Yamaska Sud-Est est également un enjeu de qualité (OBV Yamaska, 2021b).

À Farnham, dont 88% des habitants sont alimentés par un aqueduc municipal via une prise d'eau de surface et quelques puits privés pour les 12% restants, la prise d'eau brute sera changée en raison d'un problème d'ensablement noté en 2018. Cette prise d'eau de surface fournit cependant un débit suffisant et n'a jamais présentée de problème qualitatif. Toutefois, une vulnérabilité potentielle aux matières fertilisantes est évoquée dans le RAV en raison de la présence de terres agricoles en plaine inondable dans les aires de protection intermédiaire et éloignée de la prise d'eau municipale, ainsi que lors des crues. Les crues peuvent effectivement entraîner de la matière végétale et des sédiments dans les cours d'eau, pouvant amener à l'obstruction de la prise d'eau. La présence d'activités agricoles (élevages principalement) dans l'aire de protection immédiate est aussi une source potentielle de contamination fécale et la présence d'*E. coli* (médiane = 143 UFC/100 ml) lors des analyses d'eau brute est une preuve de cette contamination.

Pour la municipalité de Frelighsburg, alimentée entièrement par les eaux souterraines via un puits municipal et des puits privés, les indications fournies par la municipalité n'indiquent pas d'enjeu relié au manque d'eau (la qualité des eaux n'est pas documentée dans le sondage).

La population de la Ville de Lac Brome est alimentée par des puits municipaux et des puits privés. Vraisemblablement lors de l'étiage sévère de 2021, de nombreuses demandes de permis de puits ont été déposées. Des inquiétudes sont aussi indiquées concernant le niveau du lac Brome qui a baissé même si celui des cours d'eau est resté stable selon les informations collectées dans le sondage. Il est toutefois recommandé de faire le lien avec la prise d'eau de la Ville de Bromont localisée en aval du lac Brome. De nouveaux projets sont également évoqués et des études des besoins en eau doivent être faites pour valider les capacités des infrastructures.

À Sutton, le secteur « *montagne* » alimenté par des eaux de surface, a été touché par des périodes où la ressource en eau a été insuffisante lors des périodes de fortes consommations, à savoir : les fins de semaine durant la saison de ski, lors des congés scolaires hivernaux et de plus en plus durant les vacances estivales. Dans le secteur « *ville* » alimenté par des eaux souterraines, la capacité d'exploitation de l'aquifère est évaluée à 2 630 m³/j, soit plus que la consommation projetée en termes de débit journalier maximal futur (1 872 m³/j). Les deux secteurs de la Ville de Sutton ont été affectés par l'épisode d'étiage très sévère de 2021. Les informations collectées par la Ville de Sutton indiquent également que des puits de surface ont été remplacés par des puits plus profonds lors de cet épisode particulier avec notamment 90 permis accordés en 2021 dont environ la moitié pour de nouvelles constructions.

4.2.5 Principales menaces et gestion des aires de protection

Les différents RAV ont notamment permis d'identifier les menaces potentielles sur la qualité des eaux localisées dans les aires de protection des divers ouvrages de catégorie 1 de la MRC. La présente section traite donc des sept municipalités suivantes : Bedford (Ville), Saint-Armand, Bromont, Cowansville, Farnham, Lac-Brome et Sutton.

4.2.5.1 Ville de Bedford et municipalité de Saint-Armand

Pour la ville de Bedford, trois menaces ont été identifiées dans le RAV (LCL Environnement, 2021) :

- Rejet d'eaux de lavage d'une station de production d'eau potable ou d'un établissement commercial : trop plein des eaux de procédé rejeté dans la baie Missisquoi,
- Carrière et sablière - Exploitation Graymont,
- Parc industriel de Sutton et Bedford : peu d'industrie à risque de contamination dans ce secteur.

À Saint-Armand, le RAV a identifié quatre menaces (LCL Environnement, 2021) :

- Installation septique de résidences isolées peuvent émettre un polluant si elles sont non-conformes. Elles sont situées le long du chemin Champlain et les quartiers dans l'aire de protection intermédiaire (trois bâtiments),
- Effluent d'un ouvrage municipal d'assainissement des eaux usées avec un débit journalier moyen de 200 m³ (413 Chemin Luke, Saint-Armand). Les concentrations de ces contaminants générés par les eaux usées sont faibles,
- Terrain contaminé en hydrocarbure pétrolier C₁₀-C₅₀ - Rivers, Betty,
- Contamination d'algues bleues dues aux activités agricoles dans le périmètre proche (fertilisants).

4.2.5.2 Ville de Bromont

À Bromont, plusieurs menaces ont été identifiées dans le RAV selon leur localisation dans les aires de protection (OBV Yamaska, 2021c) :

- Aire de protection immédiate :
 - Réseau routier :
 - Déversement accidentel, incendie, explosion, inondations ou fortes pluies peuvent entraîner un rejet de contaminants (hydrocarbures ou substances organiques),
 - Il est important de mentionner qu'une explosion ou un déversement à l'usine de filtration résulterait en un écoulement en aval de la prise d'eau potable (menace évaluée comme moyenne),
- Aire de protection intermédiaire :
 - Chemin de fer au Sud-Est de la prise d'eau :
 - Déversement accidentel, incendie ou explosion avec une menace évaluée comme possible voire catastrophique selon la gravité (risque élevé),
 - Terres agricoles :
 - Déversement accidentel, incendie, explosion, inondations ou fortes pluies peuvent entraîner un rejet de contaminants (hydrocarbures ou substances organiques),
 - Gazoduc (menace évaluée comme moyenne).

4.2.5.3 Ville de Cowansville

À Cowansville, le RAV a identifié trois menaces (OBV Yamaska, 2021b) :

- Déversement accidentel d'hydrocarbures en lien avec le chemin de fer et le pipeline situés dans les aires de protection intermédiaire et éloignée,
- Érosion en amont, changements climatiques (crues et étiages plus importants), présence de terres agricoles en plaine inondable,
- Activités agricoles dans les aires de protection intermédiaire et éloignée et également implantées en milieu inondable.

4.2.5.4 Ville de Farnham

À Farnham, le RAV a identifié la menace suivante (OBV Yamaska, 2021d) :

- Présence de terres agricoles en plaine inondable dans les aires de protection intermédiaire et éloignée : problème de qualité des eaux.

4.2.5.5 Ville de Lac-Brome

Le RAV de Lac-Brome a identifié diverses menaces selon la localisation des ouvrages (LNA Hydrogéologie et Environnement, 2022) :

- Proches des galeries et des puits LB 4-99 et LB 1-97 :
 - Constructions Djl Inc :
 - Activité de dynamitage et/ou excavation à ciel ouvert aux fins de l'extraction du matériel naturel du sol et/ou du sous-sol (sablière, gravière, carrière...), avec utilisation de machinerie lourde,
 - Assèchement potentiel de la nappe phréatique,
 - Contamination potentielle des eaux de ruissellement,
 - Utilisation potentielle de matériaux de remblai et de sols faiblement contaminés (niveau A-B) lors de la fermeture du site,
- Proche du puits Jolibourg :
 - Voie de communication empruntée par des véhicules à moteur :
 - Pertes d'huile à moteur, d'essence ou d'autres substances chimiques plausibles sur cette route empruntée,
 - Épandage de sel de voirie l'hiver.
- Autres menaces :
 - Production végétale tirée de l'exploitation de la terre et/ou terrain naturel destiné à la libre alimentation du bétail ou de la volaille,
 - Épandage potentiel saisonnier de pesticides, d'engrais et de fumier,
 - Présence de déjections animales en cas de pâturage.

4.2.5.6 Ville de Sutton

À Sutton, deux menaces principales ont été recensées par le RAV (LNA Hydrogéologie et Environnement, 2021) :

- Centre de ski et Camping Sommet Mont Sutton :
 - Les pistes de ski ont de fortes pentes qui orientent le ruissellement vers les fossés et les cours d'eau, augmente l'érosion et l'apport de sédiment aux cours d'eau,
 - De plus, l'utilisation et l'entretien de machineries telles que les remontées mécaniques peuvent libérer des contaminants (indicateurs D, E et F),
- Forte concentration en plomb :
 - Indicateur E : dépasse de 20% la norme (détérioration du réseau de distribution).

4.2.6 Principales recommandations des RAV

En plus de l'analyse des enjeux et du recensement des menaces, des recommandations ont aussi été émises dans les municipalités concernées par un RAV : Bedford (Ville), Saint-Armand, Bromont, Cowansville, Farnham, Lac-Brome et Sutton. Comme il s'agit d'une synthèse initiale, le présent document fait état des recommandations pour les cinq municipalités suivantes : Bedford (Ville), Saint-Armand, Bromont, Lac-Brome et Sutton. Les recommandations pour Cowansville et Farnham pourront être traitées par la suite (section 5).

4.2.6.1 Ville de Bedford et municipalité de Saint-Armand

La vulnérabilité physique du site de prélèvement de Bedford (Ville) et de la municipalité de Saint-Armand (LCL Environnement, 2021) est élevée en raison des événements d'obstruction au frasil survenus à plus de trois reprises aux cours des cinq dernières années. Les mesures suivantes sont recommandées pour éviter ces obstructions :

- Profondeur de la prise d'eau : 1.5 m en tout temps,
- Vitesse d'entrée de l'eau brute dans la conduite : 7.5-10.0 cm/s,
- Espacement des mailles du grillage d'entrée de l'eau brute : 10-15 cm et grillage à changer ou installation d'une chasse d'eau à contre-courant.

Pour la source d'eau potable de la Ville de Bedford et de Saint-Armand, la vulnérabilité aux matières fertilisantes est la plus grande problématique. Pour la gérer, les recommandations suivantes sont faites pour les secteurs résidentiels en bordure de lac Champlain :

- Ne pas épandre d'engrais,
- Ne pas couper le gazon trop court,
- Ne pas laisser le gazon coupé sur la bande riveraine,
- Végétaliser davantage la bande riveraine.

Dans les secteurs sans réseau d'égout, il faudrait s'assurer que toutes les installations septiques des résidents riverains soient conformes et fonctionnelles.

4.2.6.2 Ville de Bromont

À Bromont, des recommandations ont déjà été appliquées (OBV Yamaska, 2021c) :

- Mettre en place les moyens financiers et les ressources humaines nécessaires à la réalisation des recommandations : création d'un poste permanent en environnement,
- Adopter un système d'alerte aux étiages.

D'autres mesures sont en cours de réalisation en 2023 :

- Maintenir un indice de fuites dans les infrastructures inférieur à 3 : agrandir le parc de débitmètre en réseau et poursuivre la campagne « *adopte un compteur d'eau* »,
- Mettre en place un Fond bleu financé par la tarification de l'eau : entamer une réflexion globale sur la tarification du service de l'eau selon les niveaux ciblés,
- Communiquer efficacement les enjeux de l'eau : publications régulières sur le site de la ville et explication des rapports pendant les conseils municipaux, assurer le respect des règlements municipaux (patrouille verte, politique d'arrosage...),
- Renforcer la protection des milieux humides et restaurer les milieux humides dégradés : corridors écologiques, gestion des eaux pluviales, diminuer l'impact de l'érosion.

A moyen terme, un plan d'action comprend les mesures suivantes :

- Moderniser l'entente du barrage Foster en amorçant les discussions, faire des études fines sur l'hydrologie actuelle et future du bassin versant tout en conciliant les enjeux des communautés impliquées,
- Ajouter une clause d'écoconditionnalité concernant les mesures d'économie en eau avec toute nouvelle entente de développement, subvention, aide publique ou congé de taxes de la part de la ville,
- Capturer les eaux de fonte, de crue et de pluie dans des bassins de rétention,
- Analyser les débits de nuit par secteur,
- Exposer plus explicitement la tarification de l'eau.

4.2.6.3 Ville de Lac-Brome

Le RAV de Lac-Brome (LNA Hydrogéologie et Environnement, 2022) formule plusieurs recommandations :

- Protection des milieux humides et modification du schéma d'aménagement du développement pour les placer sous l'affectation conservation et primordiale (= 13.2 km² du territoire de l'aire de protection éloignée),
- Protection et aménagement de bandes riveraines (10-15 m) de long des cours d'eau,
- Protection des forêts en tête du bassin versant,
- Pratiquer l'interculture, rétention et confinement des sédiments sur les sites de construction, le long des routes et lors de l'entretien des fossés et cours d'eau,
- Éventuellement mettre en place un plan de mesures d'urgence.

4.2.6.4 Ville de Sutton

Dans le secteur « *montagne* » de Sutton, les recommandations indiquées par le RAV (LNA Hydrogéologie et Environnement, 2021) sont les suivantes :

- Poursuivre le suivi de la qualité d'eau brute et des volumes prélevés et distribués et consigner l'information dans un registre,
- Lors de la mise à jour de l'analyse de la vulnérabilité des sources en 2025, utiliser les données issues de la mesure de la turbidité en continu,
- Élaborer un plan de protection et de conservation des sources d'eau potable et établir un plan de mesures d'urgence visant la protection des sources,
- Prendre des mesures pour contraindre les citoyens et promoteurs à économiser l'eau potable, cesser d'émettre des permis de construire.

Dans le secteur « *ville* » de Sutton, les recommandations suggérées sont les suivantes :

- Réaliser un puits exploratoire à proximité du puits Academy,
- Réaliser des essais de pompage longue durée pour évaluer la capacité de l'aquifère,
- Vérifier le potentiel de construction d'un nouveau puits dans ce secteur.

5 TRAVAUX FUTURS

Le présent rapport fait une synthèse initiale des ressources en eau et de leur utilisation dans la MRC Brome-Missisquoi. Dans le cadre de travaux futurs, plusieurs améliorations sont envisagées :

- Estimer la recharge des nappes en climat futur ;
- Améliorer l'estimation des besoins en eau futurs pour différents usages ;
- Spatialiser les usages de l'eau et les pressions sur l'eau souterraine (usages/recharge) ;
- Préciser les conditions des approvisionnements municipaux de catégorie 1 qui n'ont pas fait l'objet d'une synthèse de leur RAV ainsi que des approvisionnements qui ne sont pas de catégorie 1 ;
- Évaluer la capacité des infrastructures d'approvisionnement en eau municipales par rapport aux besoins en eau futurs.

Cette synthèse des ressources en eau servira de base à l'échange de connaissances avec les acteurs de l'eau régionaux afin de permettre l'identification des enjeux de l'eau prioritaires et des actions à prendre en relation avec ces enjeux. Le portrait des ressources en eau, les enjeux et les actions seraient intégrés dans un *Plan régional de gestion des ressources en eau* visant à assurer une gestion durable de ces ressources ainsi que la résilience des approvisionnements municipaux et ceux des autres usagers de l'eau de la MRC Brome-Missisquoi.

6 RÉFÉRENCES

Agéco (2019). Recherche participative d’alternatives durables pour la gestion de l’eau en milieu agricole dans un contexte de changement climatique (RADEAU 1). Rapport final, présenté au ministère de l’Agriculture, des Pêcheries et de l’Alimentation du Québec (MAPAQ), juin 2019, 271 p. [Lien](#).

Ballard, J.-M., Huchet, F., Lefebvre, R. (2022). Modélisation numérique régionale des conditions actuelles et en climat futur des ressources en eau souterraine dans la région des anciennes lagunes de Mercier. Rapport de recherche R2120, version finale : juillet 2022 (révisée en février 2023). INRS, Centre Eau, Terre et Environnement, Québec. 107 p.

Bergeron, O. (2016). Guide d’utilisation - Grilles climatiques quotidiennes du Programme de surveillance du climat du Québec, version 2 (User guide 2016 – Daily climate grids from the Quebec Climate monitoring program, version 2). Ministère du Développement durable, de l’Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC), Direction du suivi de l’état de l’environnement. 26 p.

Carrier, M.-A., Lefebvre, R., Rivard, C., Parent, M., Ballard, J.-M., Benoit, N., Vigneault, H., Beaudry, C., Malet, X., Laurencelle, M., Gosselin, J.-S., Ladevèze, P., Thériault, R., Beaudin, I., Michaud, A., Pugin, A., Morin, R., Crow, H., Gloaguen, E., Bleser, J., Martin, A., Lavoie, D. (2013). Portrait des ressources en eau souterraine en Montérégie Est, Québec, Canada. Projet réalisé conjointement par l’INRS, la CGC, l’OBV Yamaska et l’IRDA dans le cadre du Programme d’acquisition de connaissances sur les eaux souterraines, Rapport final INRS R-1433, version finale soumise en juin 2013 au MDDEFP et aux partenaires régionaux, 283 p., annexes, incluant 29 cartes et base de données.

Duhamel, F.-X. (2022). Le sud du Québec manque d’eau. *La Presse*. [Lien](#).

Éditeur officiel du Québec (2023a). Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection (RPEP). Gouvernement du Québec. [Lien](#).

Éditeur officiel du Québec (2023b). Règlement sur la qualité de l’eau potable (RQEP). Gouvernement du Québec. [Lien](#).

Gosselin, J.-S. (2016). Estimation de la recharge à partir de séries temporelles de la température du sol, des niveaux d’eau dans les puits et de données météorologiques : développement méthodologique et évaluation de l’incertitude. Thèse. Québec, Université du Québec, Institut national de la recherche scientifique, Doctorat en sciences de la terre, 216 p.

Gosselin, J.-S., Lefebvre, R., Vigneault, H., Huchet, F., Raynauld, M. (2020). Développement de méthodologies d’analyse des données du Réseau de suivi des eaux souterraines du Québec (RSESQ). Rapport de recherche R1942. INRS, Centre Eau, Terre et Environnement, Québec. 93 p. [Lien](#).

Gouvernement du Canada (2019). Profils représentatifs de l’évolution de concentration. [Lien](#).

Gouvernement du Canada (2021). Les 10 évènements les plus marquants au Canada en 2021. [Lien](#).

Gouvernement du Canada (2022). Polybromodiphényléthers (PBDE). [Lien](#).

Gouvernement du Québec et l'État du Vermont (2021). Entente de coopération entre le Gouvernement du Québec et l'État du Vermont concernant la réduction du phosphore dans la baie Missisquoi. [Lien](#).

Huchet, F., Raynauld, M., Domaine, J., Lefebvre, R. (2021). Outil de support à l'analyse des demandes d'autorisation de prélèvement d'eau – développement d'une méthodologie pour déterminer les pressions sur les ressources en eau souterraine et les zones de gestion particulière - Rapport de la phase 2. Rapport de recherche R2008, soumis au Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC) en février 2021, 118 p. et annexes.

Hufty, A. (2001). Introduction à la climatologie : le rayonnement et la température, l'atmosphère, l'eau, le climat et l'activité humaine. Presses Université Laval, Saint-Nicolas, QC. 545 p.

ISQ (2021). Modifications aux découpages des régions administratives de l'Estrie et de la Montérégie. Gouvernement du Québec. [Lien](#).

Laliberté, D. (2020). Qualité des rivières Richelieu et Yamaska. Suivi de l'état du Saint-Laurent. Gouvernement du Québec, ministère de l'Environnement de la Lutte contre les Changements Climatiques, de la Faune et des Parcs, Direction de la qualité des milieux aquatiques (DQMA), Direction générale du suivi de l'état de l'environnement (DGSEE). [Lien](#).

Larocque, M., Levison, J., Martin, A., Chaumont, D. (2019). A review of simulated climate change impacts on groundwater resources in Eastern Canada. Canadian Water Resources Journal / Revue canadienne des ressources hydriques, 44(1), pp. 22-41. [Lien](#).

Larocque, M., Gagné, S., Dubois, E., Vu, T.A. (2022). Recharge des aquifères et contribution des eaux souterraines aux débits de base des cours d'eau - conditions passées, actuelles et futures en présence de changements climatiques – Rapport final. Rapport déposé au Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques. Université du Québec à Montréal, Montréal, Québec. 156 p. [Lien](#).

Laurencelle, M. (2018). Propriétés hydrauliques et processus d'invasion par la mer de Champlain du système aquifère rocheux fracturé régional de la Montérégie est, Québec, Canada. Thèse. Québec, Université du Québec, Institut national de la recherche scientifique, Doctorat en sciences de la terre, 399 p.

LCL Environnement. (2021). Rapport d'analyse de vulnérabilité de la source d'eau potable. Projet HY-178-4378.

Lefebvre, R., Huchet, F., Gosselin, J.S., Raynauld, M. (2023). Bulletin sur l'état des nappes pour le sud du Québec au printemps et à l'automne 2022. Rapport de recherche R2132, version finale : mars 2023 (révisée en novembre 2023). INRS, Centre Eau, Terre et Environnement, Québec. 96 p.

LNA Hydrogéologie et Environnement. (2021). Ville de Sutton : Rapport d'analyse de vulnérabilité : installation de production d'eau potable no. X0008505. Projet no. 09-6050-4116.

LNA Hydrogéologie et Environnement. (2022). Ville de Lac-Brome : Rapport d'analyse de vulnérabilité : installations de production d'eau potable no. X2047147 (secteur Bailey) et X0008699 (secteur Jolibourg). Projet no. 11-6199-4139.

Mimeault, M. (2002). Mise en valeur de la baie Missisquoi et du lac Champlain. *Agrosol*, 13(2). [Lien](#).

MAMH (2019). Stratégie québécoise d'économie d'eau potable (Horizon 2019-2025). Ministère des Affaires municipales et de l'Habitation. [Lien](#). 53 p.

MAMH (2023). Document de consultation en vue de la publication des nouvelles orientations gouvernementales en aménagement du territoire. [Lien](#).

MELCCFP (2018). Guide de réalisation des analyses de la vulnérabilité des sources destinées à l'alimentation en eau potable au Québec. [Lien](#).

MELCCFP (2021). *Programme pour l'élaboration des plans de protection de sources d'eau potable – cadre normatif*. Gouvernement du Québec, Direction des eaux potables et des eaux souterraines (DEPES). [Lien](#).

MELCCFP (2022a). Atlas hydroclimatique – version 2023a. Gouvernement du Québec. Données mises à jour en 2023.

MELCCFP (2022b). *Guide d'interprétation de l'indice de la qualité bactériologique et physicochimique de l'eau (IQBP5 et IQBP6)*, [En ligne]. www.environnement.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/suivi_milaqua/guide-interpretation-indice-qualite-bacteriologique-physicochimiqueeau.pdf. [En ligne]. [Lien](#).

MELCCFP (2022c). Prélèvements d'eau autorisés par le MELCCFP depuis l'entrée en vigueur du RPEP en 2014 [jeu de données], dans Données Québec. Direction de la Gouvernance et des connaissances de l'eau, Gouvernement du Québec. [Lien](#).

MELCCFP (2023a). Utilisation du territoire 2020. Données Québec, Gouvernement du Québec, données distribuées en 2023. [Lien](#).

MELCCFP (2023b). Atlas de l'eau. Gouvernement du Québec. Données mises à jour en 2023. [Lien](#).

MELCCFP (2023c). Réseau de suivi des eaux souterraines du Québec (RSESQ). Gouvernement du Québec. [Lien](#).

MELCCFP (2023d). Banque de données sur la qualité du milieu aquatique (BQMA). Gouvernement du Québec, Direction générale du suivi de l'état de l'environnement.

MELCCFP (2023e). Régime transitoire des zones inondables, des rives et du littoral. Gouvernement du Québec. [Lien](#).

MELCCFP (2023f). Suivi de la qualité de l'eau du fleuve et des rivières, [Jeu de données], dans Données Québec, diffusé le 14 mars 2019, mise à jour le 31 octobre 2023. [Lien](#).

MELCCFP (n. d.a). Atlas hydroclimatique du Québec – Faits saillants. Gouvernement du Québec, Expertise hydrique et barrages. [Lien](#).

MELCCFP (n. d.b). Critères de la qualité de l’eau de surface. [Lien](#).

MELCCFP (n. d.c). Le Réseau de surveillance volontaire des lacs – Les méthodes. Gouvernement du Québec. [Lien](#).

MRC Brome-Missisquoi (2023a). Plan Régional des Milieux Naturels (PRMN). [Lien](#).

MRC Brome-Missisquoi (2023b). Extrait du procès-verbal de la séance de conseil du 16 mai 2023 : Résolution de contrôle intérimaire relativement à certains milieux humides et forestiers d’intérêt sur le territoire de la MRC Brome-Missisquoi (Résolution no. 198-0532). [Lien](#).

MRC Brome-Missisquoi (2008). Schéma d’aménagement et de développement. [Lien](#).

MRNF (2015). Données planimétriques à l’échelle 1/1 000 000. Base de données géographiques et administratives du Québec (BDGA). Gouvernement du Québec, Direction générale de l’information géospatiale, données distribuées en 2015.

MRNF (2019). Découpage administratif à l’échelle 1/1 000 000. Base de données géographiques et administratives du Québec (BDGA). Gouvernement du Québec, Direction générale de l’information géospatiale, données géospatiales distribuées en 2019.

OBVBM (2015). Plan directeur de l’eau (PDE). [Lien](#).

OBVBM (2021). Portrait physique du bassin versant. [Lien](#).

OBV Yamaska (2015a). Plan directeur de l’eau (PDE), 2^{ième} version. [Lien](#).

OBV Yamaska (2015b). Plan directeur de l’eau (PDE) - Fiche synthèse : Disponibilité de l’eau dans le contexte des changements climatiques. Mise à jour en 2022. *Information fournie par la MRC Brome-Missisquoi*.

OBV Yamaska (2021a). Connaître le bassin versant de la Yamaska. [Lien](#).

OBV Yamaska (2021b). Analyse de vulnérabilité de la source de prélèvement d’eau de surface pour la Ville de Cowansville, X0008328-2, Rapport final.

OBV Yamaska (2021c). Analyse de vulnérabilité de la source de prélèvement d’eau de surface pour la Ville de Bromont, X0008690-001, Rapport final.

OBV Yamaska (2021d). Analyse de vulnérabilité de la source de prélèvement d’eau de surface pour la Ville de Farnham, X0008200-02, Rapport final.

Office québécois de la langue française (n. d.). Définition : Service écosystémique. Grand dictionnaire terminologique. [Lien](#).

Ouranos (2020). Adaptation aux changements climatiques : défis et perspectives pour la région de la Montérégie. [Lien](#).

Ouranos (n. d.). Portraits climatiques : séries temporelles du climat projeté jusqu'en 2100 pour la région de l'Estrie. [Lien](#).

RNCan (2023). Entités toponymiques 1/50 000. Gouvernement du Canada, Données topographiques du Canada - Série CanVec. Données distribuées en 2019 et mises à jour en 2023. [Lien](#).

Santé Canada (2019). Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada : document technique — Le manganèse. Bureau de la qualité de l'eau et de l'air, Direction générale de la santé environnementale et de la sécurité des consommateurs. Santé Canada, Ottawa (Ontario). (No de catalogue H144-39/2017F-PDF). [Lien](#).

Simoneau, M. (2019). Qualité de l'eau des tributaire de la baie Missisquoi : évolution temporelle 1999-2017 et portrait récent 2015-2017. Gouvernement du Québec, ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les Changements Climatiques, de la Faune et des Parcs, Direction générale du suivi de l'état de l'environnement. [Lien](#).

Wright, S. N., Novakowski, K. S. (2022). Numerical analysis of midwinter infiltration along the soil-rock interface: A pathway for enhanced bedrock recharge. *Advances in Water Resources*, 166, 104261.