SUIVI DES RIVIÈRES DU HAUT-BASSIN VERSANT DE LA RIVIÈRE SAINT-CHARLES

Campagne 2017

Association pour la protection de l'environnement du lac Saint-Charles et des Marais du Nord (APEL)

Décembre 2019

Analyse et rédaction

Amélie Lefebvre, biologiste, M. Sc. A., *chargée de projets en environnement*, APEL
Gabrielle Gosselin, biologiste, M. Sc. Eau*, chargée de projets en limnologie*, APEL
Sonja Behmel*,* Ph. D., *coordonnatrice scientifique*, APEL

Cartographie

Gabrielle Gosselin, biologiste, M. Sc. Eau, *chargée de projets en limnologie*, APEL
Marianne Caouette, biologiste, M. Sc., *chargée de projets en géomatique et conservation*, APEL

Travaux de terrain

Gabrielle Gosselin, biologiste, M. Sc. Eau, *chargée de projets en limnologie*, APEL
Marie-Janick Robitaille, géographe, *chargée de projets en géomatique*, APEL
Andrea Morden, biologiste, M. Sc., *chargée de projets en limnologie*, APEL
Marianne Caouette, biologiste, M. Sc., *chargée de projets en géomatique et conservation*, APEL
William Verge, ingénieur, *chargé de projets en drainage urbain et environnement*, APEL

Révision

Sonja Behmel, Ph. D.*, coordonnatrice scientifique*, APEL
Mélanie Deslongchamps, *Directrice générale,* APEL
Anne-Marie Cantin, M. Env., *conseillère en environnement*, Division du développement durable, Ville de Québec, Service de la planification de l'aménagement et de l'environnement.

Référence à citer

APEL (2019) *Suivi des rivières du haut bassin versant de la rivière Saint-Charles – Campagne 2017*, Association pour la protection de l'environnement du lac Saint-Charles et des Marais du Nord, Québec, 96 pages.

Description de la photo en page couverture

Professionnelle de l'APEL pendant le suivi des rivières. Crédit : APEL, 2017.

Sommaire exécutif

Depuis 2002, plusieurs campagnes d'échantillonnage ont été effectuées par l'Association pour la protection de l'environnement du lac Saint-Charles et des Marais du Nord (APEL) sur les principales rivières du haut-bassin versant de la rivière Saint-Charles. Ces campagnes ont été intensifiées en 2007 et 2008 dans le cadre de l'*Étude limnologique du haut-bassin de la rivière Saint-Charles* (APEL, 2009). L'APEL a poursuivi les campagnes d'échantillonnage aux principales stations en 2009 et 2010. En 2011, à la suite d'une planification stratégique de suivi à long terme de la qualité de l'eau sur l'ensemble du territoire du bassin versant de la rivière Saint-Charles, le réseau de stations d'échantillonnage a été élargi et la fréquence d'échantillonnage et le nombre de paramètres mesurés ont été augmentés. Depuis, le suivi de la qualité de l'eau des rivières du bassin versant de la rivière Saint-Charles est bisannuel pour la plupart des stations.

L'année 2017 a été une année d'échantillonnage de transition afin de répondre aux besoins des différents projets de l'APEL et de ses partenaires (réseau trophique, isotopes, etc.). Ainsi, en 2017 le suivi des rivières a été réalisé en alternance avec le suivi des tributaires. Pour le suivi des rivières, c'est un total de 37 stations qui ont été visitées. Les stations présentes dans le suivi des rivières et le suivi des tributaires ont été visitées aux deux semaines pour un total de 16 sorties. Les stations présentes seulement dans le suivi des rivières ont été visitées aux quatre semaines pour un total de 8 sorties. Comme en 2015, ce sont seulement les cours d'eau du haut-bassin versant de la rivière Saint-Charles qui ont été suivis. Les paramètres mesurés à l'aide d'une sonde multiparamètres EXO V2 étaient l'oxygène dissous (OD), le pH, la conductivité spécifique, la température, la turbidité, la chlorophylle a, le fDOM, le potentiel de réduction de l'oxygène (ORP) et les solubles dissous totaux. Des échantillons ont été prélevés à toutes les stations pour analyse en laboratoire des coliformes fécaux (CF), du phosphore total (PT), des matières en suspension (MES), de l'azote total (NT), des nitrites-nitrates, de l'azote ammoniacal et des ions chlorure.

En 2017, les précipitations ont été plus importantes au printemps et à l'automne contrairement à 2015 où les précipitations ont été plus abondantes à l'été. Les régimes de pluviométrie se répercutent sur les débits des cours d'eau et influencent également les résultats de qualité d'eau.

En 2017, la conductivité spécifique a globalement légèrement diminué dans le haut-bassin versant de la rivière Saint-Charles. Néanmoins, la problématique demeure présente. Les activités humaines ainsi que le régime de précipitations sont deux facteurs influençant la conductivité spécifique. Lors du suivi rivières 2019, une analyse plus poussée des données historiques de conductivité spécifique sera effectuée en y incluant les données mesurées par la sonde permanente dans la rivière des Hurons.

Des problématiques de contamination ont été observées dans différents cours d'eau du haut-bassin versant. La rivière Noire continue d'être impactée par le prolongement de la route 175. Une enquête proposée dans la prochaine entente avec la Ville de Québec (2020-2022) permettrait d'identifier les sources de contamination. Un enrichissement en composés azotés a été identifié dans le ruisseau des Trois-Petits-Lacs. Une enquête a également été proposée pour ce secteur dans la prochaine entente. Le bassin versant de la rivière Nelson présente différentes problématiques (conductivité spécifique, coliformes fécaux et enrichissement en composés azotés). Une enquête a plusieurs fois été recommandée par l'APEL, mais elle n'a jamais eu lieu. Considérant que les problématiques sont présentes en amont et en aval dans le bassin versant, l'APEL réitère sa recommandation.

Concernant les stations d'épuration des eaux usées de Lac-Delage et de Stoneham-et-Tewkesbury, toutes deux respectent les normes de MES du ministère (un dépassement de la norme a été mesuré à la station de Lac-Delage). Pour le phosphore total, la station de Stoneham-et-Tewkesbury dépasse le seuil de 300 µP/l recommandé pour les lacs considérés prioritaires dans 62% des cas tandis que la station de Lac-Delage l'excède dans 38% des échantillons. Dans les deux cas, les rejets en composés azotés excèdent les seuils recommandés dans la littérature pour la protection des lacs (Schwoerbel and Brendelberger, 2005). Les données de 2017 confirment la recommandation de l'APEL concernant le raccordement des stations d'épuration au réseau d'égout de la Ville de Québec.

Des améliorations ont également pu être constatées. Une amélioration de la qualité de l'eau a été observée pour la rivière Saint-Charles ainsi que pour le ruisseau des Eaux-Fraîches. Ainsi, les efforts de la Ville de Québec quant à l'application des recommandations des rapports d'enquête et des rapports de suivi des rivières semblent porter fruit.

La rivière Hibou quant à elle, a connu une amélioration partielle. Certes, des améliorations ont été observées pour le phosphore total et les matières en suspension, mais la dynamique de cette rivière et de son bassin versant n'est pas bien connue et des enrichissements en composés azotés ont été identifiés et c'est pour ces raisons qu'une enquête est recommandée.

Table des matières

Sommaire exécutif i
Table des matières iii
Liste des figures v
Liste des tableaux ix
1 Introduction 1
2 Méthodologie 3
2.1 Échantillonnage des cours d'eau 3
2.2 Données et analyses de la pluviométrie et du débit 8
2.2.1 Pluviométrie 8
2.2.2 Débits 10
2.3 Analyse des données de qualité de l'eau 11
3 Régimes de précipitations et de débits en 2017 15
4 Analyse des résultats 16
4.1 Bassin versant de la rivière des Hurons 21
4.1.1 Résumé des résultats d'analyse pour le bassin versant de la rivière des Hurons 30
4.2 Bassin versant du lac Delage 33
4.2.1 Résumé des résultats d'analyse pour le bassin versant du lac Delage 39
4.3 Bassin versant de la rivière Nelson 40
4.3.1 Résumé des résultats d'analyse pour le bassin versant de la rivière Nelson 46
4.4 Bassin versant de la rivière Jaune 47
4.4.1 Résumé des résultats d'analyse pour le bassin versant de la rivière Jaune 52
4.5 Bassin versant du ruisseau des Eaux Fraîches 54
4.5.1 Résumé des résultats d'analyse pour le bassin versant du ruisseau des Eaux Fraîches 57
4.6 Bassin versant de la rivière St-Charles 58
4.6.1 Résumé des résultats d'analyse pour le bassin versant de la rivière Saint-Charles 62
5 Conclusions et recommandations 63
5.1 Bassin versant de la rivière des Hurons 63
5.2 Bassin versant du lac Delage 63
5.3 Bassin versant de la rivière Nelson 64
5.4 Bassin versant de la rivière Jaune 64
5.5 Bassin versant du ruisseau des Eaux Fraîches 64
5.6 Bassin versant de la rivière St-Charles 64
5.7 Recommandations 65
6 Références 68

7 Annexes 69
7.1 Méthodes de laboratoire utilisées en 2017 69
7.2 Graphiques de pluviométrie aux stations U901, U911, U925 et U926. 78
7.3 Méthodes de mesure des débits 80
7.3.1 Méthode 1 : Débit à un point 80
7.3.2 Méthode 2 : Débit à plusieurs points 81
7.3.3 Méthode 3 : Courbe de tarage 82
7.4 Graphiques boîtes pour la turbidité 83
7.5 Régimes de précipitations en 2015 et 2013 85
7.6 Évolution de la conductivité spécifique aux différentes stations intégratrices du haut-bassin versant de la rivière Saint-Charles de 2011 à 2017 86
7.7 Graphiques supplémentaires pour le bassin versant de la rivière des Hurons 89
7.8 Graphiques supplémentaires pour le bassin versant du lac Delage 92
7.9 Graphiques supplémentaires pour le bassin versant de la rivière Nelson 94
7.10 Graphiques supplémentaires pour le bassin versant de la rivière Jaune 95
7.11 Graphiques supplémentaires pour le bassin versant de la rivière St-Charles 96

Liste des figures

Figure 1 : Stratégie d'échantillonnage (Behmel, 2010). 2
Figure 2 : Haut-bassin versant de la rivière Saint-Charles. 4
Figure 3 : Carte de localisation des stations d'échantillonnage en 2017. 5
Figure 4 : Schéma du réseau hydrographique du haut-bassin versant de la rivière St-Charles et localisation des stations d'échantillonnage pour la saison 2017. 6
Figure 5 : Classes de précipitation des groupes de stations échantillonnées la même journée selon les dates d'échantillonnage. 8
Figure 6 : Précipitations mensuelles totales en 2017 (données mesurées par Environnement Canada à l'aéroport Jean-Lesage). 15
Figure 7 : Débits journaliers moyens enregistrés par le MDDELCC à la station hydrométrique située sur la rivière des Hurons en 2017. 15
Figure 8 : Représentation cartographique des valeurs moyennes de conductivité spécifique dans le bassin versant de la rivière Saint-Charles en 2017. 17
Figure 9 : Évolution de la conductivité spécifique à la station E01 (rivière des Hurons) de 2008 à 2017. . 18
Figure 10 : Évolution de la conductivité spécifique à la station E04 (effluent du lac Saint-Charles) de 2008 à 2017. 18
Figure 11 : Représentation cartographique des concentrations moyennes d'ions chlorure dans le bassin versant de la rivière Saint-Charles en 2017. 19
Figure 12 : Évolution de la concentration d'ions chlorure à l'installation de traitement d'eau potable de Québec située sur la rivière Saint-Charles entre 1977 et 2017 (adapté de Ville de Québec, 2018).. 20
Figure 13 : Corrélation entre les ions chlorure et la conductivité spécifique pour les stations échantillonnées en 2017. 20
Figure 14 : Représentation cartographique des valeurs moyennes de conductivité spécifique mesurées dans le bassin versant de la rivière des Hurons en 2017. 22
Figure 15 : Concentrations de coliformes fécaux mesurées dans la rivière des Hurons et ses affluents en 2017 23
Figure 16 : Concentrations de phosphore total mesurées dans la rivières des Hurons et ses affluents en 2017 23
Figure 17 : Concentrations de matières en suspension mesurées dans la rivière des Hurons et ses affluents en 2017. 24
Figure 18 : Concentrations d'azote total mesurées dans la rivière des Hurons et ses affluents en 2017.. 24
Figure 19 : Concentrations de nitrites/nitrates mesurées dans la rivière des Hurons et ses affluents en 2017 25
Figure 20 : Concentrations d'azote ammoniacal mesurées dans la rivière des Hurons et ses affluents en 2017 25
Figure 21 : Valeurs de conductivité spécifique mesurées dans la rivière des Hurons et ses affluents en 2017 26

Figure 22 : Concentrations d'ions chlorure mesurées dans la rivière des Hurons et ses affluents en 2017. 26
Figure 23 : Représentation cartographique des valeurs moyennes de conductivité spécifique mesurées dans le bassin versant du lac Delage en 2017. 33
Figure 24 : Concentrations de CF mesurées aux stations du bassin versant du lac Delage en 2017. 34
Figure 25 : Concentrations de PT mesurées aux stations du bassin versant du lac Delage en 2017. 34
Figure 26 : Concentrations de MES mesurées aux stations du bassin versant du lac Delage en 2017. 35
Figure 27 : Concentrations de NT mesurées aux stations du bassin versant du lac Delage en 2017. 35
Figure 28 : Concentrations de nitrites-nitrates aux stations du bassin versant du lac Delage en 2017. 36
Figure 29 : Concentration d'azote ammoniacal mesurées aux stations du bassin versant du lac Delage en 2017 36
Figure 30 : Valeurs de conductivité spécifique et concentrations d'ions chlorure mesurées aux stations du bassin versant du lac Delage en 2017. 37
Figure 31 : Représentation cartographique des valeurs moyennes de conductivité spécifique mesurées dans le bassin versant de la rivière Nelson en 2017. 41
Figure 32 : Concentrations de coliformes fécaux et de phosphore total mesurées dans la rivière Nelson et le ruisseau Savard en 2017. 42
Figure 33 : Concentrations de matières en suspension et d'azote total mesurées dans la rivière Nelson et le ruisseau Savard en 2017 42
Figure 34 : Concentrations de nitrites-nitrates et d'azote ammoniacal mesurées dans la rivière Nelson et le ruisseau Savard en 2017 43
Figure 35 : Valeurs de conductivité spécifique et concentrations d'ions chlorure mesurées dans la rivière Nelson et le ruisseau Savard en 2017. 43
Figure 36 : Représentation des valeurs moyennes de conductivité spécifique mesurées dans le bassin versant de la rivière Jaune en 2017. 48
Figure 37 : Concentrations de coliformes fécaux et de phosphore total mesurées dans la rivière Jaune et le ruisseau du Valet en 2017. 49
Figure 38 : Concentrations de matières en suspension et d'azote total mesurées dans la rivière Jaune et le ruisseau du Valet en 2017. 49
Figure 39 : Concentrations de nitrites-nitrates et d'azote ammoniacal mesurées dans la rivière Jaune et le ruisseau du Valet en 2017. 50
Figure 40 : Valeurs de conductivité spécifique et concentrations d'ions chlorure mesurées dans la rivière Jaune et le ruisseau du Valet en 2017 50
Figure 41 : Représentation cartographique de la valeur moyenne de conductivité spécifique mesurée dans le ruisseau des Eaux Fraîches en 2017. 54
Figure 42 : Concentrations de CF et de PT mesurées dans le ruisseau des Eaux Fraîches en 2017. 55
Figure 43 : Concentration de MES et de NT mesurées dans le ruisseau des Eaux Fraîches en 2017. 55
Figure 44 : Concentrations de nitrites-nitrates et d'azote ammoniacal mesurées dans le ruisseau des Eaux Fraîches en 2017. 56

Figure 45 : Valeurs de conductivité spécifique et concentrations d'ions chlorure mesurées dans le ruisseau des Eaux Fraîches en 2017. 56
Figure 46 : Représentation cartographique des valeurs moyennes de conductivité spécifique mesurées dans la rivière St-Charles en 2017. 58
Figure 47 : Concentrations de CF et de PT mesurées dans la rivière St-Charles en 2017. 59
Figure 48 : Concentrations de MES et d'azote total mesurées dans la rivière Saint-Charles en 2017. 59
Figure 49 : Concentrations de nitrites-nitrates et d'azote ammoniacal dans la rivière St-Charles en 2017. 60
Figure 50 : Valeurs de conductivité spécifique et concentrations d'ions chlorure mesurées dans la rivière St-Charles en 2017. 60
Figure 51 : Pluviométrie à la station U901, Montchatel, en 2017. 78
Figure 52 : Pluviométrie à la station U911, poste Honfleur, en 2017. 78
Figure 53 : Pluviométrie à la station U925, bassin de la rivière Jaune, en 2017. 79
Figure 54 : Pluviométrie à la station U926, bassin de la rivière des Hurons, en 2017. 79
Figure 55 : Profil de vitesse dans une coupe transversale d'une rivière. 80
Figure 56 : Exemple de « panneaux » dans une coupe transversale d'une rivière. 81
Figure 57 : Exemple d'une courbe de tarage. 82
Figure 58 : Valeurs de turbidité mesurées dans la rivière des Hurons et ses affluents en 2017. 83
Figure 59 : Valeurs de turbidité mesurées aux stations du bassin versant du lac Delage et de la rivière Nelson en 2017. 83
Figure 60 : Valeurs de turbidité mesurées aux stations du bassin versant de la rivière Jaune et du ruisseau des Eaux Fraîches en 2017. 84
Figure 61 : Valeurs de turbidité mesurées dans la rivière St-Charles en 2017. 84
Figure 62 : Précipitations mensuelles totales en 2015 (données mesurées par Environnement Canada à l'aéroport Jean-Lesage). 85
Figure 63 : Précipitations mensuelles totales en 2013 (données mesurées par Environnement Canada à l'aéroport Jean-Lesage). 85
Figure 64 : Évolution de la conductivité spécifique à la station E11, rivière Noire, de 2011 à 2017. 86
Figure 65 : Évolution de la conductivité spécifique à la station E08, rivière Hibou, de 2011 à 2017. 86
Figure 66 : Évolution de la conductivité spécifique à la station E09, ruisseau des TPL, de 2011 à 2017. 86
Figure 67 : Évolution de la conductivité spécifique à la station E02, lac Delage, de 2011 à 2017. 87
Figure 68 : Évolution de la conductivité spécifique à la station E24, ruisseau du Valet, de 2011 à 2017. 87
Figure 69 : Évolution de la conductivité spécifique à la station E28, rivière Jaune, de 2011 à 2017. 87
Figure 70 : Évolution de la conductivité spécifique à la station REF01, ruisseau des Eaux Fraîches, de 2011 à 2017. 88
Figure 71 : Évolution de la conductivité spécifique à la station E05, rivière St-Charles, de 2011 à 2017. 88
Figure 72 : Évolution de la conductivité spécifique à la station P02RN, ruisseau Savard, de 2011 à 2017. 88

Figure 73 : Évolution de la conductivité spécifique à la station E06, rivière Nelson, de 2011 à 2017. 88

Figure 74 : Évolution de la conductivité spécifique aux stations de la rivière Noire de 2011 à 2017. 89

Figure 75 : Évolution de la conductivité spécifique aux stations E11 et E12 de 2011 à 2017. 89

Figure 76 : Évolution des concentrations de MES Figure 77 : Évolution des concentrations de coliformes à la station E51 de 2011 à 2017. fécaux à la station E07 de 2011 à 2017. 90

Figure 78 : Évolution des concentrations de matières en suspension aux stations de la rivière Hibou de 2011 à 2017. 90

Figure 79 : Évolution de la conductivité spécifique à la station d'épuration des eaux usées de Stoneham-et-Tewkesbury (E55) de 2011 à 2017. 91

Figure 80 : Évolution des concentrations de MES aux stations du ruisseau des Trois-Petits-Lacs de 2011 à 2017. 91

Figure 81 : Évolution des concentrations de PT à la station E54 du bassin versant du lac Delage de 2011 à 2017. 92

Figure 82 : Évolution des concentrations de MES à la station E54 du bassin versant du lac Delage de 2011 à 2017. 92

Figure 83 : Évolution des concentrations de NT à la station E54 du bassin versant du lac Delage de 2011 à 2017. 93

Figure 84 : Concentrations de CF mesurées à la station E06 de 2009 à 2017. 94

Figure 85 : Relation interannuelle entre les concentrations de CF et le débit à la station E03 de 2010 à 2017. 95

Figure 86 : Évolution de la qualité bactériologique de l'eau à la station E05 (rivière Saint-Charles en amont de la prise d'eau potable) depuis 2008. 96

Liste des tableaux

Tableau 1 : Fréquence d'échantillonnage des différentes stations pour la saison 2017. 3

Tableau 2 : Synthèse des paramètres, appareils et laboratoires utilisés pour le suivi de la qualité de l'eau en 2017. 7

Tableau 3 : Nom et localisation des stations pluviométriques et stations d'échantillonnage associées. 9

Tableau 4 : Valeurs seuils des classes de qualité de l'eau de l'IQBP (tiré de Hébert, 1997). 12

Tableau 5 : Critères de qualité de l'eau de surface proposés par le ministère (MELCC, 2017). 13

Tableau 6 : Seuils pour l'évaluation de la qualité de l'eau de surface. 13

Tableau 7 : Seuils pour l'évaluation de la performance des stations d'épuration des eaux usées. 14

Tableau 8 : Seuils pour l'évaluation des éléments nutritifs dans les milieux lotiques (cours d'eau) à l'aide de la conductivité spécifique (µS/cm) sur des sols peu carbonatés (adapté de Pott & Remy (2000)), comme c'est le cas sur le territoire à l'étude situé sur le Bouclier canadien (Gouvernement du Canada - Environnement et ressourcres naturelles, 2013) 14

Tableau 9 : Stations d'échantillonnage situées dans le bassin versant de la rivière des Hurons. 21

Tableau 10 : Analyse des données de qualité de l'eau pour le bassin versant de la rivière des Hurons en 2017 27

Tableau 11 : Stations d'échantillonnage situées dans le bassin versant du lac Delage de l'amont vers l'aval. 33

Tableau 12 : Analyse des données de qualité de l'eau pour le bassin versant du lac Delage en 2017. 38

Tableau 13 : Stations d'échantillonnage situées dans le bassin versant de la rivière Nelson de l'amont vers l'aval 40

Tableau 14 : Analyse des données de qualité de l'eau pour le bassin versant de la rivière Nelson en 2017. 44

Tableau 15 : Stations d'échantillonnage situées dans le bassin versant de la rivière Jaune de l'amont vers l'aval. 47

Tableau 16 : Analyse des données de qualité de l'eau pour le bassin versant de la rivière Jaune en 2017. 51

Tableau 17 : Station d'échantillonnage située dans le bassin versant du ruisseau des Eaux Fraîches. 54

Tableau 18 : Analyse des données de qualité de l'eau pour le bassin versant du ruisseau des Eaux Fraîches en 2017. 57

Tableau 19 : Stations d'échantillonnage situées dans le bassin versant de la rivière St-Charles. 58

Tableau 20 : Analyse des données de qualité de l'eau pour le bassin versant de la rivière St-Charles en 2017 61

Tableau 21 : Recommandations issues du suivi des rivières du haut-bassin versant de la St-Charles en 2017 65

Tableau 22 : Résumé des méthodes analytiques utilisées dans les laboratoires de la Ville de Québec dans le cadre du projet de suivi de la qualité de l'eau des rivières du bassin versant de la rivière et du lac Saint-Charles (campagne 2017). 69

1 Introduction

En 2017, l'Association pour la protection de l'environnement du lac Saint-Charles et des Marais du Nord (APEL) procédait à sa quatrième année de suivi de la qualité de l'eau dans le bassin versant de la rivière Saint-Charles depuis l'élaboration et l'adoption en 2011 d'un programme de suivi structuré et standardisé (Behmel, 2010). Ce programme faisait suite aux recommandations issues de l'*Étude limnologique du haut-bassin de la rivière Saint-Charles* (APEL, 2009), étude sur l'état de la qualité de l'eau alimentant la principale installation de traitement de l'eau potable de la Ville de Québec.

Depuis l'étude limnologique, les campagnes d'échantillonnage réalisées par l'APEL ont démontré que, globalement, la qualité de l'eau des rivières du haut-bassin est « bonne » ou « satisfaisante » selon l'indice de qualité bactériologique et physico-chimique (IQBP) de l'eau pour les paramètres analysés, mais que des épisodes de contamination d'intensité variable ont lieu dans la plupart des cours d'eau étudiés.

Des enquêtes approfondies ont été réalisées en 2009 (ruisseaux des Eaux Fraîches, Plamondon et Leclerc), en 2011 (ruisseaux Savard et du Valet), en 2013 (rivière Jaune en aval du lac Beauport) et en 2016 (tributaires du lac Saint-Charles ; sous-bassins versants C, E, H et OO) pour mieux cerner les sources de contamination ponctuelles et diffuses observées lors de l'étude limnologique de 2007–2009 et des suivis subséquents.

Les recommandations formulées par l'APEL dans les dernières années proposaient donc d'améliorer la gestion des eaux pluviales du territoire, de mieux contrôler l'érosion sur les chantiers de construction et d'investiguer davantage pour identifier les sources de contamination fécale.

En 2017, le suivi des rivières avait pour objectifs de :

(1) obtenir un portrait global de la qualité de l'eau (via des stations dites intégratrices en aval de chaque sous-bassin versant et de chaque rivière d'importance) ;
(2) identifier des sources potentielles de contamination de l'eau après un secteur urbanisé ;
(3) réaliser un suivi préventif de la qualité de l'eau;
(4) connaître les contributions de chaque affluent, en employant la stratégie du triangle, c'est-à-dire positionner une station en aval et une en amont des confluences (Figure 1) ;
(5) mesurer les apports en phosphore total (PT), en azote total (NT) et en matières en suspension (MES) dans le lac Saint-Charles provenant de ses principaux affluents.

Dans le cadre de ce suivi, 37 stations du haut-bassin versant de la rivière Saint-Charles ont été visitées toutes les quatre (4) semaines. Ces stations se situaient sur les rivières Jaune, des Hurons, Hibou, Noire, Nelson et Saint-Charles, sur la décharge du lac Delage et du lac Durand, ainsi que sur les ruisseaux des Trois Petits Lacs, Savard, du Valet et des Eaux Fraîches. L'année 2017 a été une année d'échantillonnage de transition où il y a eu alternance entre le suivi des rivières et le suivi des tributaires, d'où la fréquence d'échantillonnage aux quatre semaines. Les stations communes aux deux suivis ont, pour leur part, été échantillonnées aux deux semaines (E01, E02, E04, E06, E28, E54 et E55). Les données des stations tributaires ont été traitées dans un autre rapport.

Ainsi, ce rapport dresse le portrait de la qualité de l'eau du haut-bassin versant de la rivière Saint-Charles, par sous-bassin versant, en présentant une analyse des données de 2017 structurée en fonction de la stratégie employée pour le suivi (Figure 1).

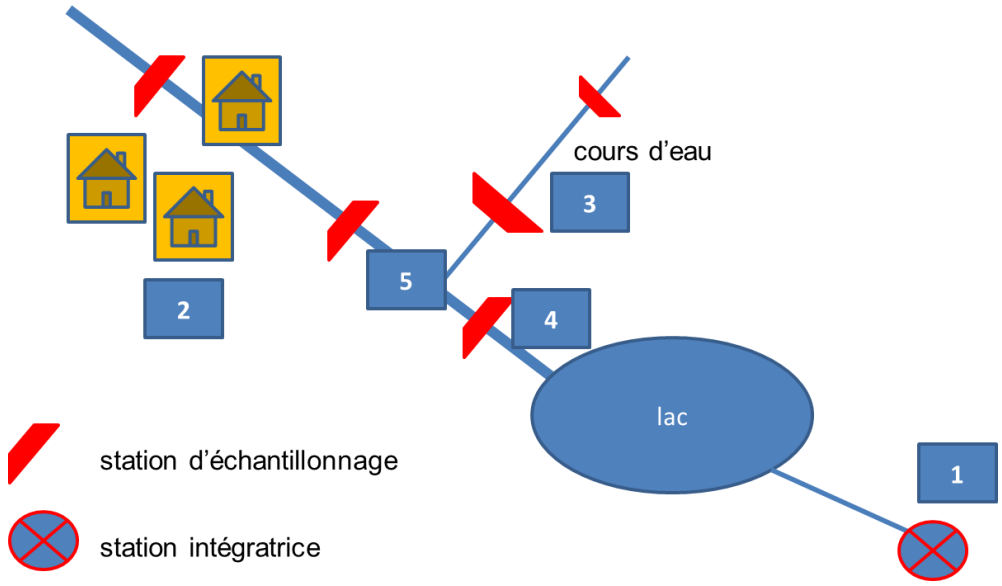


Figure 1 : Stratégie d'échantillonnage[1] (Behmel, 2010)**.**

[1] Les numéros correspondent aux objectifs.

2 Méthodologie

2.1 Échantillonnage des cours d'eau

Le territoire ciblé par le suivi rivières 2017 est présenté à la Figure 2. En 2017, comme en 2015, seules les stations situées en amont de la prise d'eau de Québec ont été échantillonnées. La localisation et la hiérarchisation des 37 stations d'échantillonnage de la campagne de 2017 sont représentées sur la carte de la Figure 3 et sur le schéma de la Figure 4. Afin de répondre aux différents projets de l'APEL, quelques modifications ont été apportées à la liste des stations échantillonnées. Six (6) stations d'échantillonnage ont été ajoutées pour le projet sur le réseau trophique du lac Saint-Charles : E13 (rivière Hibou), E16 (effluent du lac Durand), 3PL01 (ruisseau des Trois-Petits-Lacs), ERJ13 (rivière Jaune), RDV07 (ruisseau du Valet) et E31 (rivière Saint-Charles). Pour la rivière Noire, seule la station intégratrice E11 a été conservée. Finalement, les stations E52 (ruisseau Plamondon) et E53 (ruisseau Leclerc) ont été retirées du suivi en 2017.

Entre le 25 avril et le 15 novembre 2017, les stations d'échantillonnage ont été visitées toutes les deux ou quatre semaines pour un total visé de 8 ou 16 visites selon la station (Tableau 1). Les tournées d'échantillonnage s'étalaient sur deux jours ; les stations faisant partie d'un même sous-bassin versant étaient visitées dans la même journée.

Tableau 1 : Fréquence d'échantillonnage des différentes stations pour la saison 2017.

Stations visitées aux deux semaines	Stations visitées aux quatre semaines			
E01	3PL01	E12	E33	P04RH
E02	E03	E13	E34	P05RH
E04	E05	E14	E35	P08RH
E06	E07	E15	E51	RDV07
E28	E08	E16	E57	REF01
E54	E09	E24	E58	
E55	E10	E29	ERJ13	
UTE	E11	E31	P02RN	

Une description détaillée des stations d'échantillonnage de la campagne 2017, comprenant notamment leur localisation et la justification de l'emplacement, peut être consultée aux Tableaux 9, 11, 13, 15, 17 et 19 de la section « Analyse des résultats ». Les stations y sont classées par sous-bassin, selon l'ordre suivant : rivière des Hurons, décharge du lac Delage, rivière Nelson, rivière Jaune, ruisseau des Eaux Fraîches et rivière Saint-Charles.

Le Tableau 2 présente les paramètres analysés, ainsi que les appareils et les laboratoires utilisés pour les analyses en 2017. Les méthodes de laboratoire utilisées sont présentées à l'Annexe 7.1. Les appareils et les méthodes de laboratoire utilisés lors des années précédentes seront fournis sur demande.

Depuis 2011, plus d'informations sont recueillies lors de l'échantillonnage, ce qui se reflète dans l'analyse des données de qualité de l'eau.

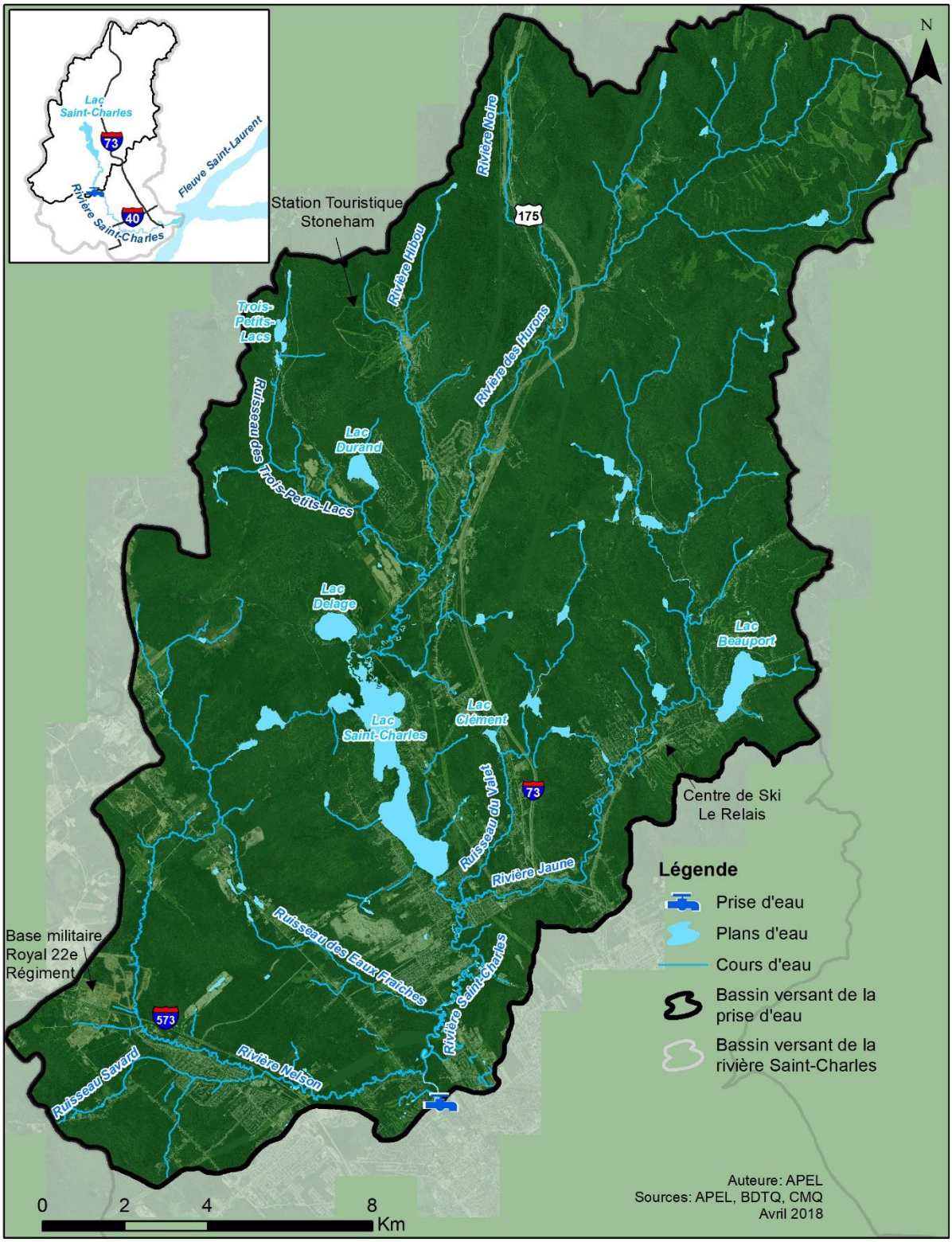


Figure 2 : Haut-bassin versant de la rivière Saint-Charles.

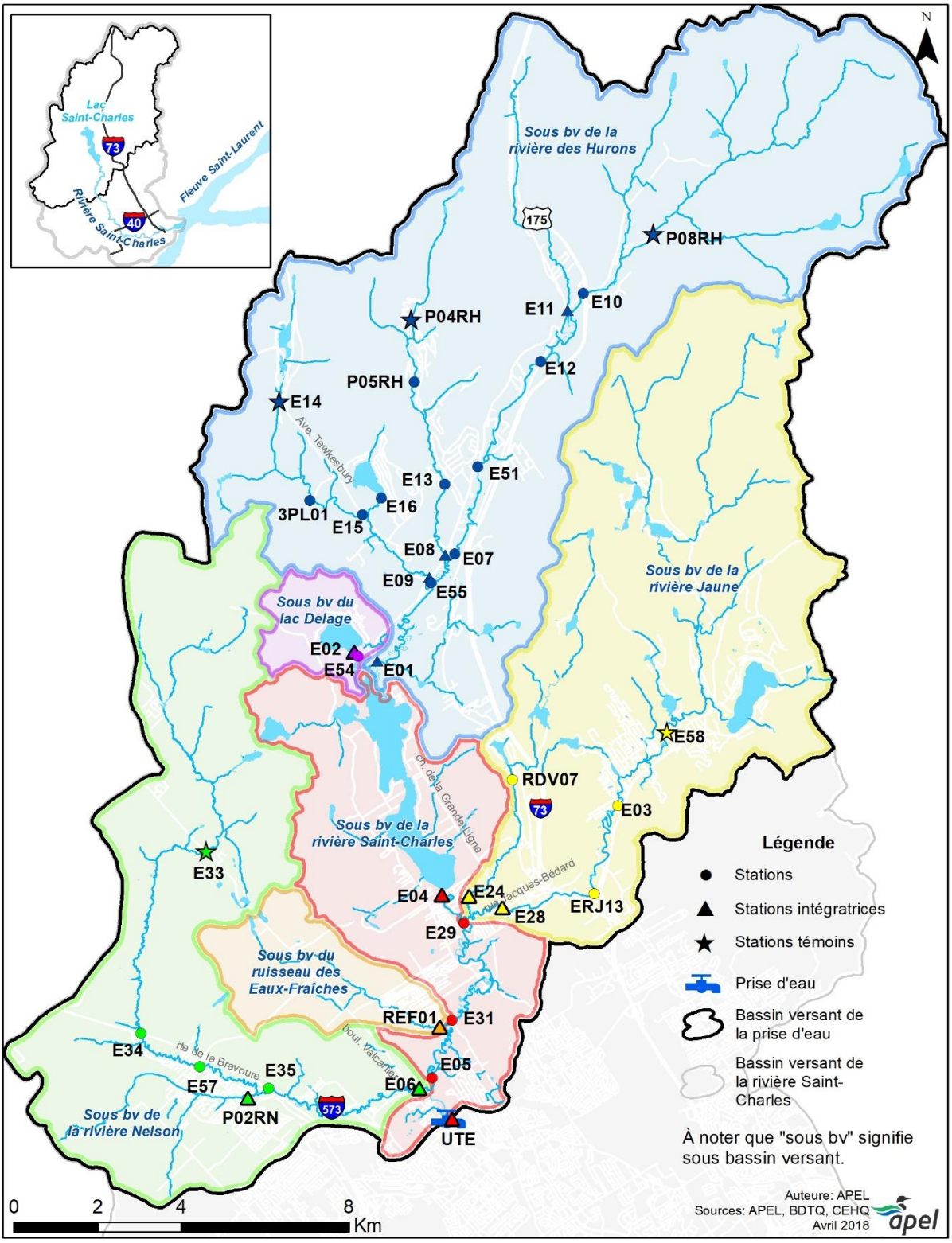


Figure 3 : Carte de localisation des stations d'échantillonnage en 2017.

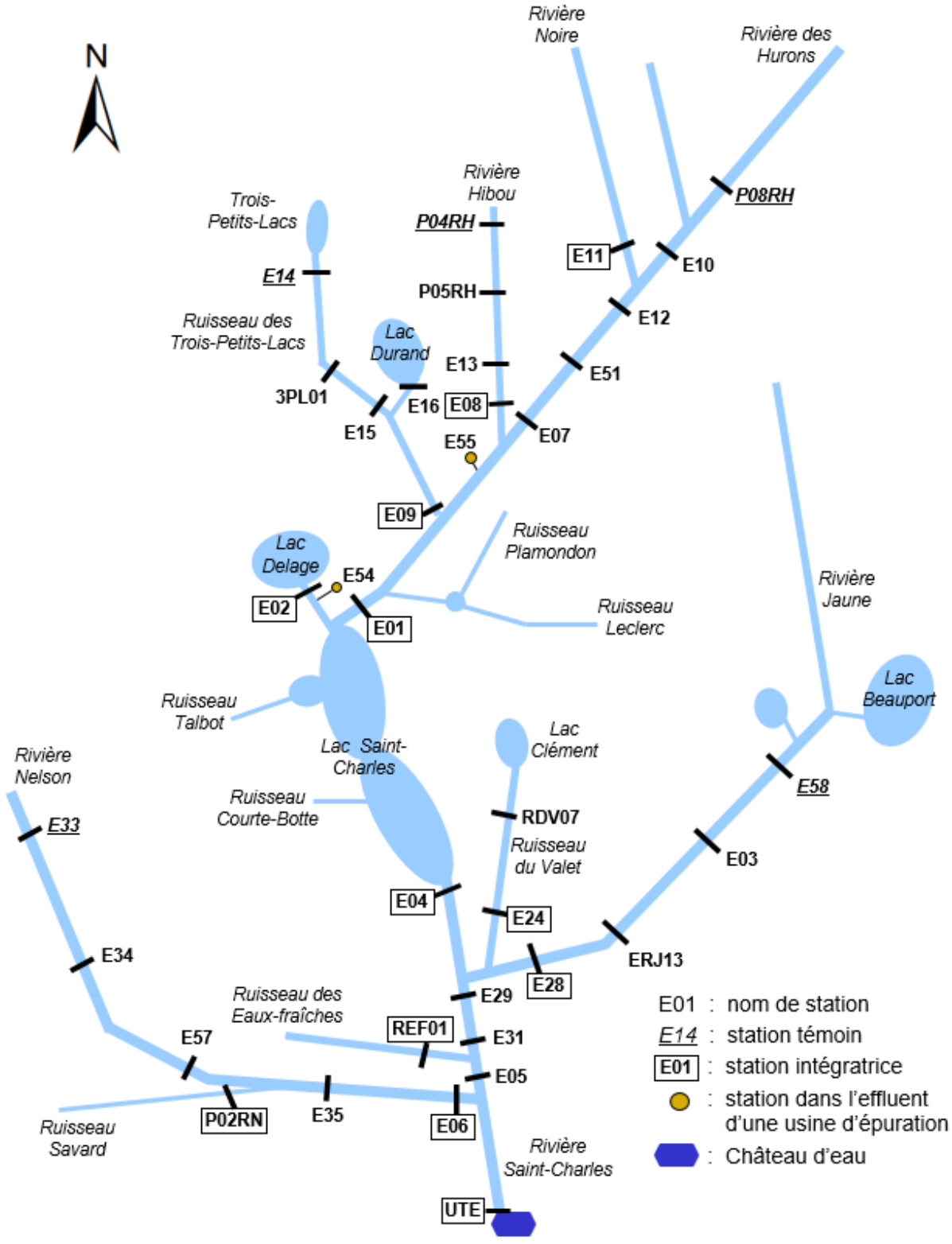


Figure 4 : Schéma du réseau hydrographique du haut-bassin versant de la rivière St-Charles et localisation des stations d'échantillonnage pour la saison 2017.

Tableau 2 : Synthèse des paramètres, appareils et laboratoires utilisés pour le suivi de la qualité de l'eau en 2017.

Paramètres	À toutes les stations	À certaines stations	Prélèvement/Analyse
Débit		14 stations*	Courantomètre/stations du Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC)
Température ambiante	✔		Thermomètre
Température de l'eau	✔		Sonde multiparamètres EXO V2
Conductivité spécifique	✔		Sonde multiparamètres EXO V2
Oxygène dissous	✔		Sonde multiparamètres EXO V2
pH et potentiel d'oxydo-réduction (ORP)	✔		Sonde multiparamètres EXO V2
Turbidité	✔		Sonde multiparamètres EXO V2
Chlorophylle *a*	✔		Sonde multiparamètres EXO V2
Matière dissoute totale	✔		Sonde multiparamètres EXO V2
Matière organique dissoute fluorescente (fDOM)	✔		Sonde multiparamètres EXO V2
Ions chlorure	✔		Laboratoire de la Ville de Québec**
Phosphore total (trace)	✔		Laboratoire de la Ville de Québec**
Matières en suspension	✔		Laboratoire de la Ville de Québec**
Coliformes fécaux	✔		Laboratoire de la Ville de Québec**
Azote total	✔		Laboratoire de la Ville de Québec**
Azote ammoniacal	✔		Laboratoire de la Ville de Québec**
Nitrites et nitrates	✔		Laboratoire de la Ville de Québec**
COD et COT		2 stations	Laboratoire de la Ville de Québec**
Cyanobactéries		9 stations	Laboratoire de la Ville de Québec**

*Pour deux stations, les données des stations hydrométriques du MDDELCC ont été utilisées.

**Le tableau synthèse des méthodes de laboratoire peut être consulté en annexe (Annexe 7.1).

2.2 Données et analyses de la pluviométrie et du débit

2.2.1 Pluviométrie

L'analyse de corrélation entre les données de pluviométrie et les données de qualité de l'eau a été réalisée sur une base qualitative et quantitative.

Ainsi, une classe qualitative de temps de pluie était systématiquement attribuée à chaque journée d'échantillonnage (Figure 5), ce qui permettait de planifier les tournées d'échantillonnage de façon à recueillir suffisamment de données par temps de pluie. L'objectif, qui a été atteint en 2017, était d'obtenir au moins 50 % de classes 2 à 4 pour chaque groupe de stations échantillonnées la même journée.

La définition qualitative utilisée pour évaluer l'effet de la pluie sur les résultats de qualité de l'eau permet de classer les précipitations en cinq régimes :

0 pas de pluie dans les 0 à 48 heures précédant l'échantillonnage (temps sec) ;
1 il a plu dans les 0 à 48 heures précédant l'échantillonnage (précipitations pendant les deux jours) ;
2 il a plu dans les 24 à 48 heures précédant l'échantillonnage ;
3 il a plu dans les 24 dernières heures ;
4 il a plu au moment de l'échantillonnage.

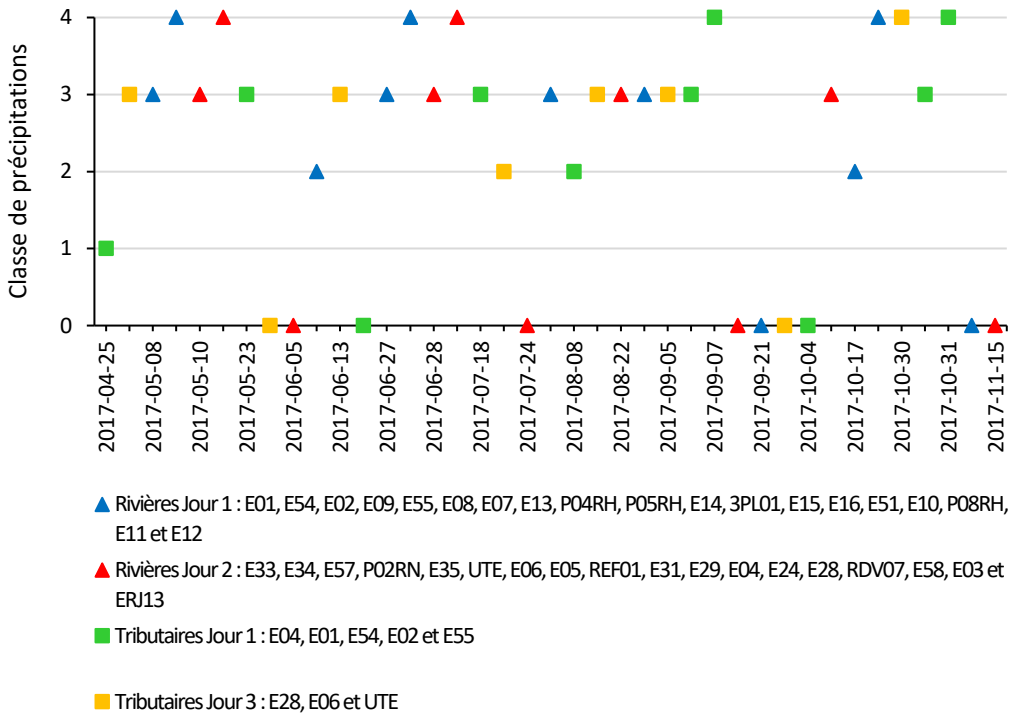


Figure 5 : Classes de précipitation des groupes de stations échantillonnées la même journée selon les dates d'échantillonnage.

Les résultats de qualité de l'eau ont d'abord été confrontés aux classes de précipitations. Cette analyse simple a permis de vérifier rapidement si la pluie pouvait être en cause dans les cas de contamination.

De plus, les données de quatre pluviomètres (Tableau 3) opérés par la Ville de Québec et couvrant le bassin versant étudié ont été utilisées pour valider les observations qualitatives de la pluie. Dans le cas où les données des stations pluviométriques ne correspondaient pas aux observations de terrain, nous avons priorisé les observations sur le terrain pour les analyses. Les pluies étant parfois ponctuelles et localisées, il est possible que certaines stations pluviométriques ne reçoivent pas les précipitations observées ailleurs sur le territoire.

Tableau 3 : Nom et localisation des stations pluviométriques et stations d'échantillonnage associées.

Station	Nom de la station pluviométrique et localisation	Stations d'échantillonnage associées
U901	Montchâtel : Bassin de la rivière Nelson et de la Sainte-Charles; 13500, rue Duhamel	E04, E29, E31, REF01, E05, E06 et UTE
U911	Poste Honfleur : Bassin de la rivière Nelson; 1644, rue de Honfleur	E33, E34, E57, P02RN et E35
U925	Bassin de la rivière Jaune : La Haute-Saint-Charles; 825, boulevard du Lac, Lac-Beauport	E58, E03, ERJ13, E28, RDV07 et E24
U926	Bassin de la rivière des Hurons : Stoneham-et-Tewkesbury; 1, chemin du Brûlis, caserne d'incendie de Stoneham-et-Tewkesbury	P08RH, E10, E11, E12, E51, E07, P04RH, P05RH, E13, E08, E55, E14, 3PL01, E15, E16, E09, E01, E02 et E54

La définition quantitative utilisée pour évaluer l'effet de la pluie sur les résultats de qualité de l'eau permet de classer les précipitations en trois régimes :

Temps sec 0 à 4,9 mm dans les 0 à 48 heures précédant l'échantillonnage ou > 48 h sans précipitation ;
Faible pluie 5 à 9,9 mm dans les 0 à 48 heures précédant l'échantillonnage;
Pluie 10 mm ou plus dans les 0 à 48 heures précédant l'échantillonnage.

Mentionnons néanmoins qu'une pluie < 5 mm peut influencer négativement la qualité d'un cours d'eau de faible débit tel qu'un ruisseau.

Pour chaque sortie d'échantillonnage (ligne grise sur les graphiques de l'Annexe 7.2), il y a les informations suivantes : classe de précipitation qualitative suivie de la classe de précipitation quantitative. Ces informations sont en noir lorsqu'elles concordent et en rouge lorsque ce n'est pas le cas. Dans la majorité des cas, les observations de terrain et les données des stations pluviométriques concordent.

2.2.2 Débits

Une méthode de mesure des débits instantanés[2] à points multiples a été appliquée pour 12 des 37 stations. Pour ce faire, l'aire transversale du cours d'eau est calculée et la vitesse d'écoulement mesurée à intervalles réguliers le long d'un transect. L'opération est, autant que possible, répétée à chaque visite d'échantillonnage. Pour certaines stations, une courbe de tarage est réalisée de façon à modéliser le débit en fonction de la géométrie du lit du cours d'eau, de la hauteur d'eau et des conditions hydrauliques de l'écoulement. La courbe peut ainsi servir à obtenir, par extrapolation, une estimation fiable du débit à partir des mesures de la hauteur libre prises lors des tournées d'échantillonnage (veuillez consulter l'Annexe 7.3 pour plus de détails).

Les données de débit instantané ont ainsi permis d'étudier la relation entre le débit des cours d'eau et les différents paramètres de qualité d'eau mesurés. Cette analyse visait à déterminer si la variation de la concentration en contaminants était surtout attribuable au débit.

Pour les stations E07[3] sur la rivière des Hurons et E35 sur la rivière Nelson, les débits journaliers moyens, calculés à partir des mesures prises toutes les 15 minutes par les débitmètres du Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC) situés à proximité, ont été utilisés.

Finalement, un portrait global des précipitations de l'année 2017 a été dressé à l'aide des données des précipitations mensuelles enregistrées à l'aéroport Jean-Lesage par Environnement Canada pour la période de janvier à décembre. Ce dernier est comparé à ceux des deux dernières années d'échantillonnage (2013 et 2015) et cette comparaison permet de comprendre certaines différences interannuelles observées au niveau de la qualité de l'eau.

[2] Débit au moment de l'échantillonnage.

[3] Le débit a été corrigé (× 6,4 %) pour la station E07 conformément à la différence de grandeur de bassin de drainage de cette station par rapport à celle de la station CEHQ #050916 (située à la station E51).

2.3 Analyse des données de qualité de l'eau

Afin de déceler des contaminations dans les cours d'eau étudiés, les données de qualité de l'eau obtenues en 2017 ont été comparées aux critères reconnus pour les rivières du Québec. Pour ce faire, les valeurs seuils des classes de l'IQBP des rivières du Québec (Hébert, 1997) (Tableau 4) et les critères de qualité des eaux de surface proposés par le ministère (MELCC, 2017) (Tableau 5) ont été utilisés.

Il est à noter que le seuil d'azote total utilisé est celui du Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) datant de 2012, et ce, même si ce dernier l'a aboli depuis. Nous l'avons conservé à des fins de comparaisons interannuelles. Selon ce critère, l'hypothèse d'une surfertilisation du milieu aquatique peut être avancée lorsque la concentration d'azote total est supérieure à 1 mg/l.

Ainsi, pour l'eau de surface, un dépassement est considéré lorsque la donnée dépasse les valeurs seuils compilées au Tableau 6. Comme la turbidité est étroitement corrélée aux MES, seules les données de MES sont présentées dans le corps du texte. Les graphiques pour la turbidité sont présentés en annexe (Annexe 7.4).

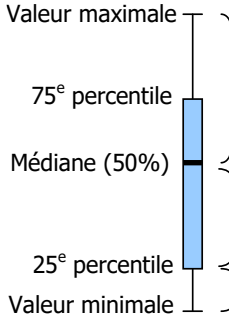
Afin de pouvoir évaluer la performance des stations d'épuration des eaux usées, les seuils proposés par le MELCC (2019), le MDDELCC (2015), Hébert (1997) ainsi que ceux tirés de la littérature (Schwoerbel & Brendelberger, 2005) ont été utilisés (Tableau 7).

En outre, pour évaluer la conductivité spécifique, le classement proposé par Pott & Remy (2000) a été utilisé (Tableau 8). Bien que cette classification s'applique à l'eutrophisation et non à la salinité, elle est utilisée ici afin de fournir un barème de comparaison et de classification entre les cours d'eau.

L'évolution spatiale de la conductivité spécifique et des ions chlorure dans le bassin versant a été cartographiée à l'aide du logiciel ArcGIS.

Finalement, la majeure partie des données ont été représentées à l'aide de graphiques en boîtes. L'Encadré 1 explique la façon d'interpréter ces graphiques.

Comment lire les graphiques statistiques



Ces graphiques de type « box-plot » permettent une représentation graphique des statistiques utiles afin de mieux comparer les différentes stations échantillonnées.

La médiane est préférée à la moyenne dans l'analyse de la qualité de l'eau puisqu'elle est moins influencée par les valeurs extrêmes et reflète mieux les tendances globales du milieu échantillonné.

Encadré 1 : Comment lire les graphiques en boîtes.

Tableau 4 : Valeurs seuils des classes de qualité de l'eau de l'IQBP (tiré de Hébert, 1997).

Classes de qualité IQBP	CF (UFC/100 ml)	PT (µg/l)	MES (mg/l)	Oxygène dissous (%)	pH	Chlorophylle *a* (µg/l)	Turbidité (NTU)	Nitrites/nitrates (mg/l)	Azote ammoniacal (mg/l)
Bonne	≤ 200	≤ 30	≤ 6	88 - 124	6,9 – 8,6	≤ 5,7	≤ 2,3	≤ 0,5	≤ 0,23
Satisfaisante	201 - 1000	31 - 50	7 - 13	80 - 87 ou 125 – 130	6,5 – 6,8 ou 8,7 – 9,0	5,71 – 8,6	2,4 – 5,2	0,51 – 1,0	0,24 – 0,5
Douteuse	1001 - 2000	51 - 100	14 - 24	70 - 79 ou 131 – 140	6,2 – 6,4 ou 9,1 – 9,3	8,61 – 11,1	5,3 – 9,6	1,01 – 2,0	0,51 – 0,9
Mauvaise	2001 – 3500	101 - 200	25 - 41	55 - 69 ou 141 – 150	5,8 – 6,1 ou 9,4 – 9,6	11,1 – 13,9	9,7 – 18,4	2,01 – 5,0	0,91 – 1,5
Très mauvaise	> 3500	> 200	> 41	< 55 ou > 150	< 5,8 ou > 9,6	> 13,9	> 18,4	> 5,0	> 1,5

Tableau 5 : Critères de qualité de l'eau de surface proposés par le ministère (MELCC, 2017)**.**

Paramètre	Critère de qualité	Objectif du critère
PT (µg/l)	30*	Vise à limiter la croissance excessive d'algues et de plantes aquatiques dans les ruisseaux et les rivières.
CF (UFC/100 ml)	≤ 200	Permet tous les usages récréatifs.
	200-1000	Les usages où il y a contact direct avec l'eau sont compromis.
	> 1000	Tous les usages récréatifs sont compromis.
** Cette valeur protectrice pour les cours d'eau n'assure pas toujours la protection des lacs en aval.*		

Tableau 6 : Seuils pour l'évaluation de la qualité de l'eau de surface.

Paramètre	Seuil	Description
CF (UFC/100 ml)	1000	Valeur maximale de la classe « satisfaisante » de l'IQBP. (Hébert, 1997)
PT (µg/l)	30	Valeur recommandée par le ministère. (MELCC, 2017)
MES (mg/l)	13	Valeur maximale de la classe « satisfaisante » de l'IQBP. (Hébert, 1997)
NT (mg/l)	1	Seuil du MDDEP datant de 2012 maintenant aboli mais utilisé à titre de comparaisons interannuelles.
Nitrites/nitrates (mg/l)	1,0	Valeur maximale de la classe « satisfaisante » de l'IQBP. (Hébert, 1997)
Azote ammoniacal (µg/l)	500	Valeur maximale de la classe « satisfaisante » de l'IQBP. (Hébert, 1997)

Tableau 7 : Seuils pour l'évaluation de la performance des stations d'épuration des eaux usées.

Paramètre	Seuil	Description
MES (mg/l)	25	Norme de performance pancanadienne. (Position sur les normes de performance de la Stratégie pancanadienne pour la gestion des effluents d'eaux usées municipales (MELCC, 2019))
PT (µg P/l)	300	Exigence pour un rejet existant en amont d'un lac prioritaire. (Position ministérielle sur la réduction du phosphore dans les rejets d'eaux usées d'origine domestique (MDDELCC, 2015))
NT (mg N/l)	2-4	Seuil proposé des rejets d'eaux usées traitées pour la protection des lacs. (Schwoerbel and Brendelberger, 2005)
Azote ammoniacal (µg N/l)	500	Valeur maximale de la classe « satisfaisante » de l'IQBP. (Hébert, 1997)
Nitrites/nitrates (mg N/l)	1	Valeur maximale de la classe « satisfaisante » de l'IQBP. (Hébert, 1997)

Tableau 8 : Seuils pour l'évaluation des éléments nutritifs dans les milieux lotiques (cours d'eau) à l'aide de la conductivité spécifique (µS/cm) sur des sols peu carbonatés (adapté de Pott & Remy (2000)), comme c'est le cas sur le territoire à l'étude situé sur le Bouclier canadien (Gouvernement du Canada - Environnement et ressourcres naturelles, 2013).

Conductivité spécifique (µS/cm)		
Classe 1	< 150	**Notes :** Une augmentation amont-aval de la conductivité spécifique est en partie due à l'augmentation naturelle de la charge ionique et des contaminants. Notons aussi que la conductivité spécifique peut également être influencée davantage par les ions chlorure en provenance des sels de déglaçage et des abrasifs que par l'apport d'autres éléments tels que les nutriments. ***La conductivité de l'eau pure est égale à 0. Pour les eaux de lacs de tête et à l'état naturel du bouclier canadien, la conductivité spécifique se situe entre 20 et 50 µS/cm.***
Classe 2	150 - 250	
Classe 3	250-400	
Classe 4	> 400	
Classe 5 Possiblement haline	> 1000	

3 Régimes de précipitations et de débits en 2017

Les régimes des précipitations et des débits pour 2017 sont respectivement présentés aux Figures 6 et 7. En 2017, les précipitations ont été plus importantes au printemps et à l'automne, ce qui se reflète sur les débits mesurés. L'Annexe 7.5 présente les précipitations enregistrées en 2013 et 2015.

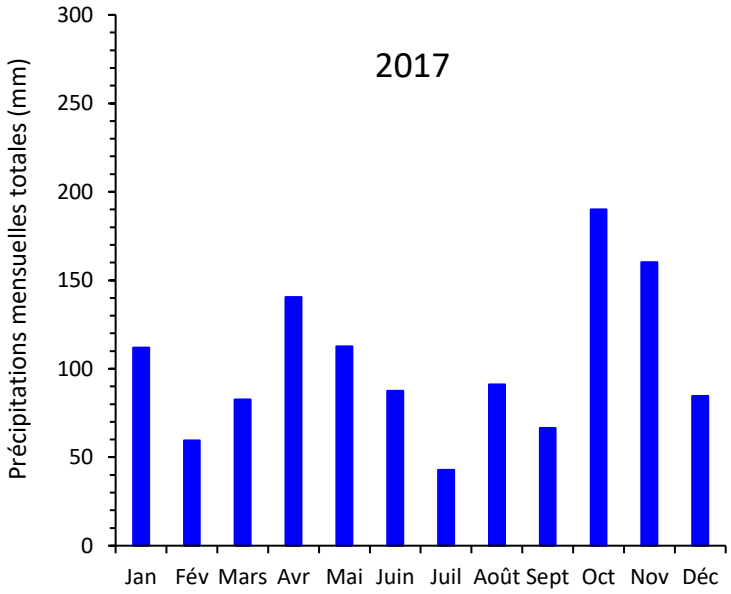


Figure 6 : **Précipitations mensuelles totales en 2017 (données mesurées par Environnement Canada à l'aéroport Jean-Lesage).**

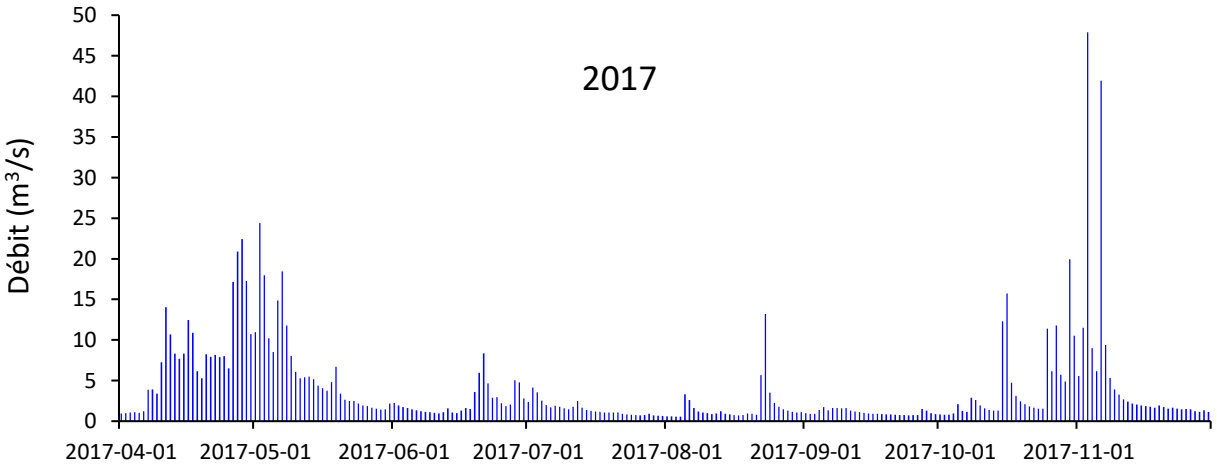


Figure 7 : **Débits journaliers moyens enregistrés par le MDDELCC à la station hydrométrique située sur la rivière des Hurons en 2017.**

4 Analyse des résultats

Les données de qualité de l'eau de 2017 ont été mises en relation avec les données pluviométriques ainsi qu'avec les données des années précédentes dans les cas où une amélioration ou une détérioration a pu être observée.

Afin d'obtenir un portrait global de la qualité de l'eau des rivières visitées en 2017, la conductivité spécifique a été utilisée comme paramètre intégrateur. En effet, la conductivité spécifique est représentative de la charge de l'eau en matières dissoutes totales et elle permet de détecter certaines contaminations par des éléments non analysés. Cependant, il n'est pas possible de déceler les éléments ayant une influence potentielle sur la conductivité spécifique sans analyses supplémentaires. La Figure 8 présente les valeurs moyennes de conductivité spécifique dans le bassin versant de la rivière Saint-Charles en 2017 sous forme cartographique.

Les Figures 9 et 10 illustrent l'évolution de la conductivité spécifique à la station E01, située sur le principal affluent du lac Saint-Charles, la rivière des Hurons, et à la station E04, effluent du lac Saint-Charles. La tendance observée aux stations E01 et E04 est cohérente avec les observations dans le lac Saint-Charles. L'évolution de la conductivité spécifique de 2011 à 2017 pour les stations intégratrices du haut-bassin versant est illustrée aux graphiques de l'Annexe 7.6. Lors du suivi rivières 2019, une analyse plus poussée des données historiques de conductivité spécifique sera effectuée en y incluant les données mesurées par la sonde permanente dans la rivière des Hurons.

La Figure 11 présente les concentrations moyennes en ions chlorure pour les stations échantillonnées en 2017. Rappelons aussi qu'à l'installation de traitement d'eau potable de Québec située sur la rivière Saint-Charles, une augmentation constante des ions chlorure est constatée depuis quatre décennies (Figure 12).

Pour les stations d'eaux naturelles, les concentrations d'ions chlorure sont étroitement corrélées à celles de la conductivité spécifique. Pour les stations d'eaux usées, les ions chlorure n'expliquent pas complètement les valeurs de conductivité spécifique mesurées. D'autres éléments tels que les nutriments contribuent de manière plus importante à la conductivité spécifique. Ce constat est illustré à la Figure 13.

Enfin, à la lumière des résultats de 2017, chaque rivière à l'étude présente une problématique spécifique, qui sera décrite dans les sections qui suivent.

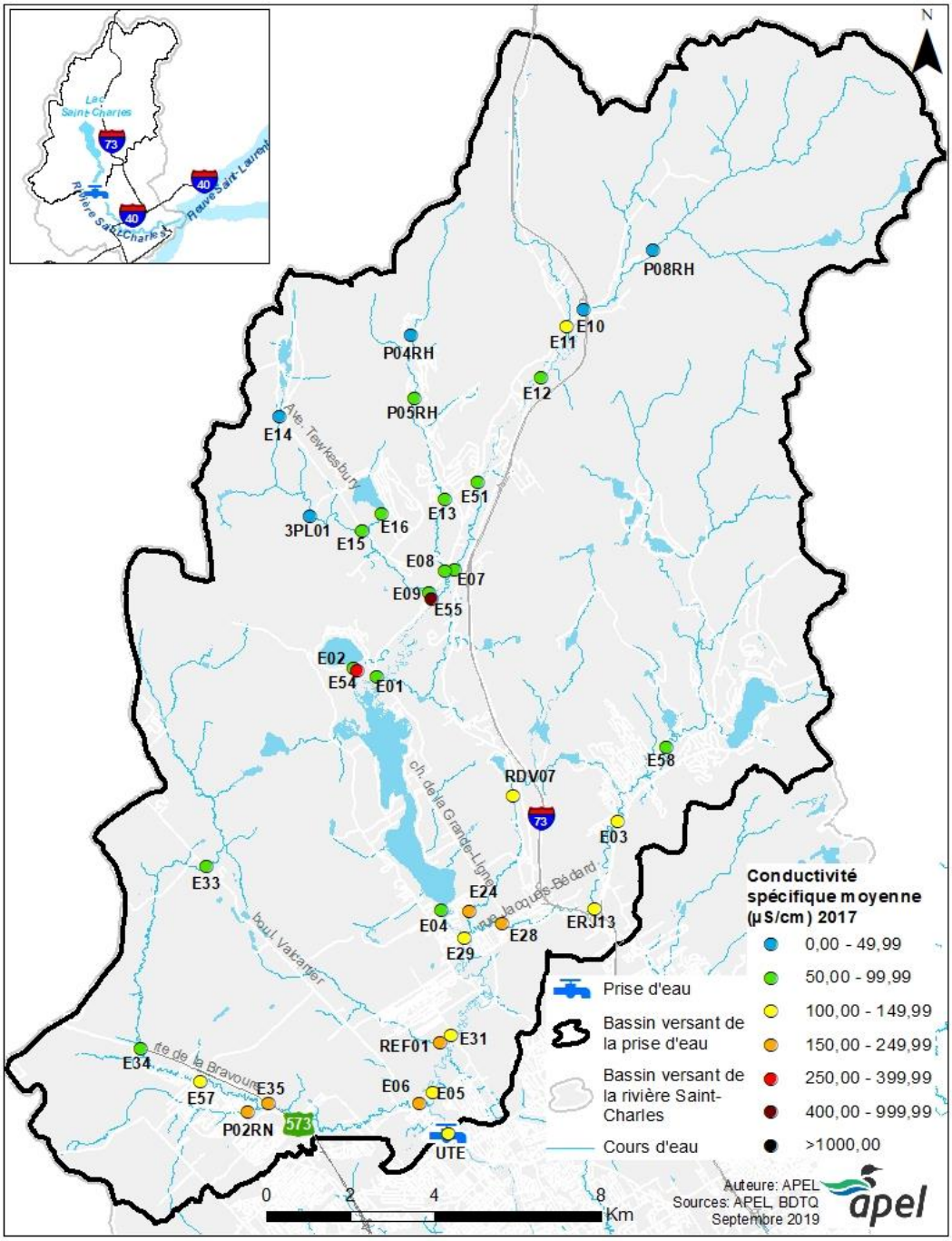


Figure 8 : **Représentation cartographique des valeurs moyennes de conductivité spécifique dans le bassin versant de la rivière Saint-Charles en 2017[4].**

[4] La classification utilisée pour la cartographie diffère de celle présentée au Tableau 8. La classification pour la cartographie est utilisée à titre indicatif et le nombre plus élevé de classes permet de mieux visualiser la variation spatiale au sein du bassin versant.

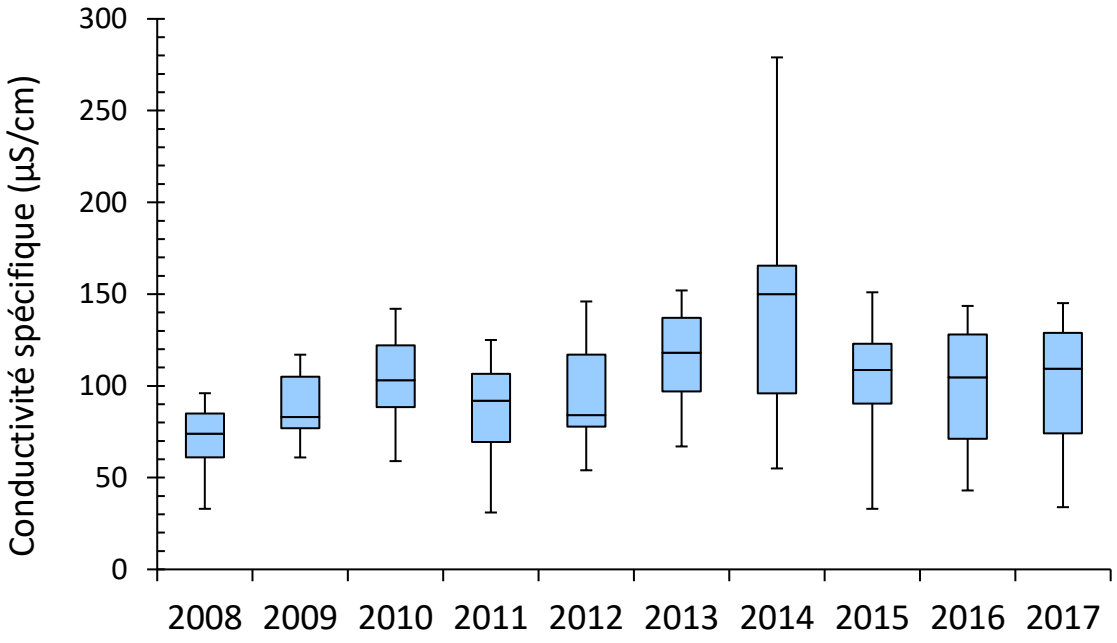


Figure 9 : Évolution de la conductivité spécifique à la station E01 (rivière des Hurons) de 2008 à 2017[5].

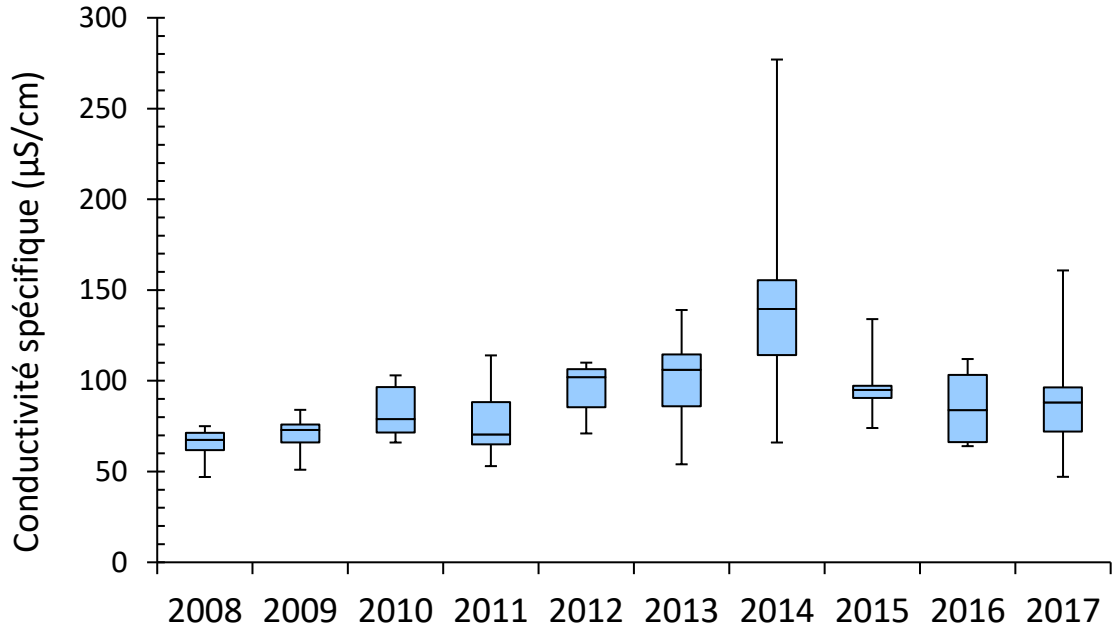


Figure 10 : Évolution de la conductivité spécifique à la station E04 (effluent du lac Saint-Charles) de 2008 à 2017[6].

[5] Les données de 2017 ont été mesurées avec une sonde EXO V2, celles de 2011 à 2016 avec une sonde YSI 6600-V2 et celles de 2008 à 2010 avec une sonde HI 9828.

[6] Les données de 2017 ont été mesurées avec une sonde EXO V2, celles de 2011 à 2016 avec une sonde YSI 6600-V2 et celles de 2008 à 2010 avec une sonde HI 9828.

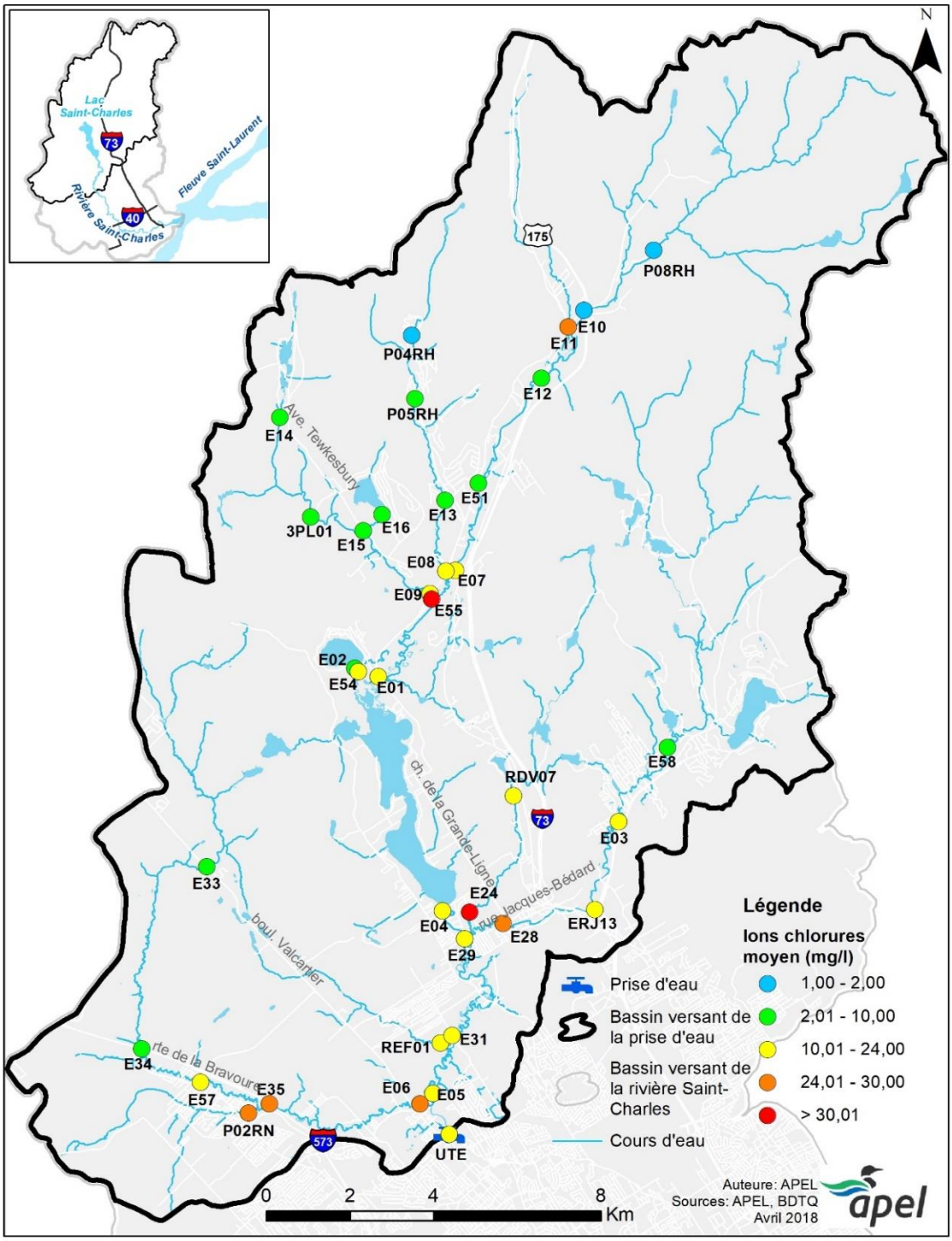


Figure 11 : **Représentation cartographique des concentrations moyennes d'ions chlorure dans le bassin versant de la rivière Saint-Charles en 2017.**

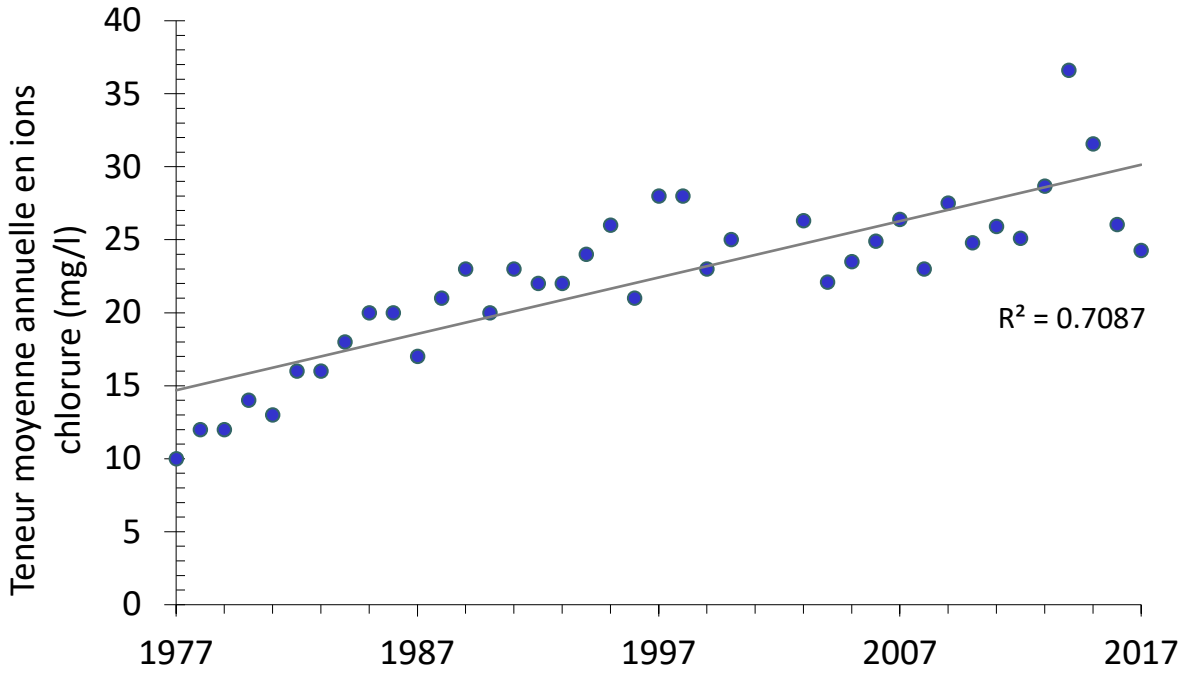


Figure 12 : **Évolution de la concentration d'ions chlorure à l'installation de traitement d'eau potable de Québec située sur la rivière Saint-Charles entre 1977 et 2017 (adapté de Ville de Québec, 2018).**

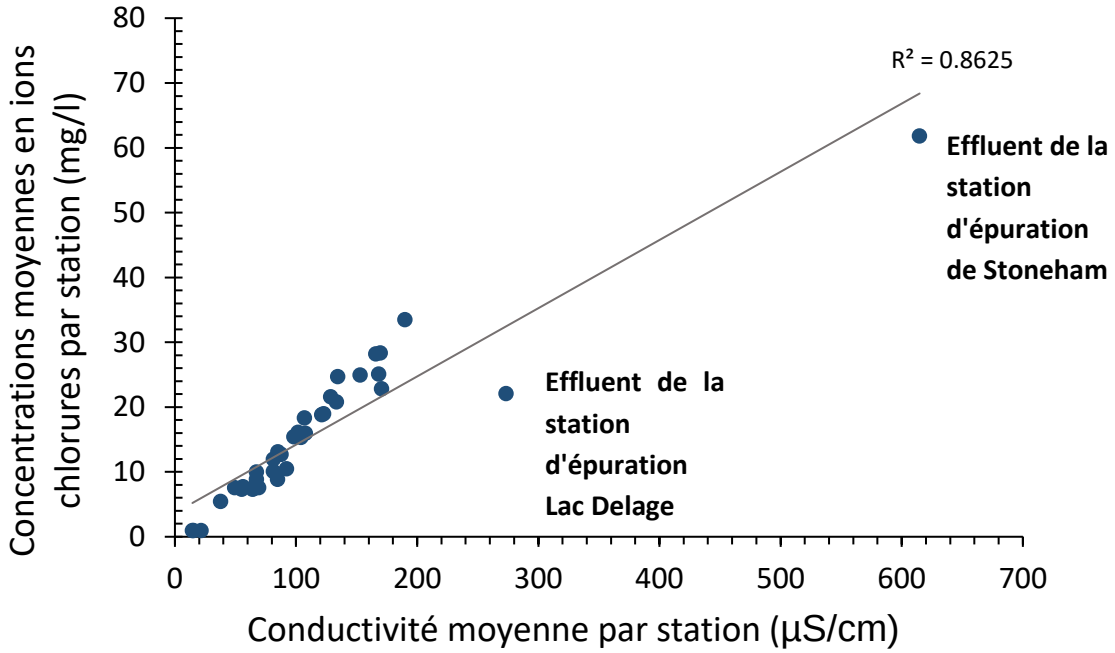


Figure 13 : **Corrélation entre les ions chlorure et la conductivité spécifique pour les stations échantillonnées en 2017.**

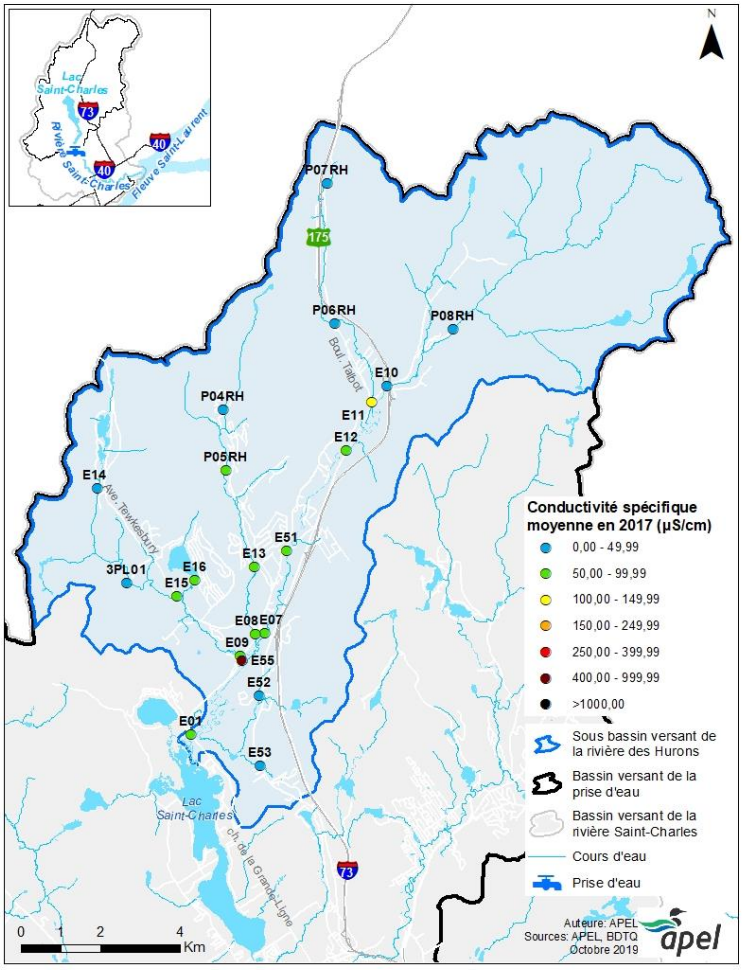
4.1 Bassin versant de la rivière des Hurons

Le Tableau 9 présente les stations d'échantillonnage visitées en 2017 dans le bassin versant de la rivière des Hurons (d'amont en aval). Il inclut la justification de chaque station ainsi qu'une brève description de leur localisation. Il est à noter que les stations soulignées correspondent aux stations témoins.

Tableau 9 : Stations d'échantillonnage situées dans le bassin versant de la rivière des Hurons.

Station (APEL)	Cours d'eau associé	Justification	Localisation
P08RH	des Hurons	Station témoin en amont de la rivière des Hurons (vérification de l'état naturel).	Au bout de la rue de la Presqu'île (terrain privé).
E10	des Hurons	Station en amont de la confluence avec la rivière Noire. Suivi des travaux de prolongement de la route 175 (2010-2013) et suivi des sels de voirie après la mise en service de la route 175.	Chemin Whalen, sur le bord de l'ancien pont, en aval du nouveau pont de la route 175.
E11	Noire	Station en amont de la confluence avec la rivière des Hurons. Suivi des travaux de prolongement de la route 175 (2010–2013) et des sels de voirie après la mise en service de la route 175.	Chemin Saint-Edmond, à l'embouchure de la rivière Noire.
E12	des Hurons	Station en aval de la confluence des rivières Noire et des Hurons (analyse du triangle) et section de la rivière des Hurons.	Boulevard Talbot, à 500 m en aval de la rivière Noire.
E51	des Hurons	Station au centre d'une zone habitée.	Sous le pont de la rue Crawford.
E07	des Hurons	Station en amont de la confluence avec la rivière Hibou (analyse du triangle) et dans une zone habitée.	Un peu en aval du pont de la route 371 au sud de Stoneham-et-Tewkesbury.
P04RH	Hibou	Station témoin en amont de la station touristique Stoneham. Connaître la qualité de l'eau en amont des zones habitées.	Chemin des Alpins, en amont de la station touristique Stoneham.
P05RH	Hibou	Connaître l'influence de la station touristique Stoneham et du développement des Grands Ducs à Stoneham-et-Tewkesbury sur la qualité de l'eau.	Chemin Bon-Air.
E13	Hibou	Station ajoutée pour l'étude du réseau trophique.	Au bout du chemin du Golf (petit pont privé).
E08	Hibou	Connaître la qualité de l'eau de la rivière Hibou avant qu'elle se jette dans la rivière des Hurons (analyse du triangle).	En amont du pont du chemin de la Grande-Ligne.
E55	des Hurons	Effluent de la station d'épuration des eaux usées de Stoneham-et-Tewkesbury vers la rivière des Hurons. Quantifier les apports de la station d'épuration vers la rivière des Hurons.	Accès par un sentier débouchant sur le chemin de la Grande-Ligne à 50 m au nord de la rivière des Trois Petits Lacs.
E14	Trois Petits Lacs	Station témoin en amont de la station E15 et en aval des Trois Petits Lacs.	Chemin de la Vallée.

3PL01	Trois Petits Lacs	Station ajoutée pour l'étude du réseau trophique.	Chemin Plante.
E15	Trois Petits Lacs	Station en aval d'une carrière de sable et d'un ancien dépotoir à déchets et en amont d'un secteur habité.	Pont sur l'avenue Tewkesbury (n° du pont : 1847).
E16	Décharge du Lac Durand	Station ajoutée pour l'étude du réseau trophique.	Chemin du Lac E.
E09	Trois Petits Lacs	Station en amont de la confluence avec la rivière des Hurons. Connaître la qualité de l'eau de la rivière des Trois Petits Lacs (analyse du triangle).	En amont du pont du chemin de la Grande-Ligne.
E01	des Hurons	Station la plus proche du lac Saint-Charles accessible sans bateau. Connaître les apports de la rivière des Hurons au lac Saint-Charles et l'ensemble de la qualité de l'eau du bassin versant de la rivière des Hurons (station intégratrice).	En amont du pont du chemin de la Grande-Ligne, à côté des Marais du Nord.



La carte de la Figure 14 présente la localisation des stations d'échantillonnage du bassin versant de la rivière des Hurons et les valeurs moyennes de conductivité spécifique mesurées en 2017. Les Figures 15 à 22 représentent les résultats de la qualité de l'eau sous forme de graphiques en boîtes. Le graphique pour la turbidité est présenté à l'Annexe 7.4. Le Tableau 10 présente, par station, un résumé des dépassements des critères de qualité de l'eau dans le bassin versant de la rivière des Hurons, d'amont en aval.

Figure 14 : Représentation cartographique des valeurs moyennes de conductivité spécifique mesurées dans le bassin versant de la rivière des Hurons en 2017[7].

[7] La classification utilisée pour la cartographie diffère de celle présentée au Tableau 8. La classification pour la cartographie est utilisée à titre indicatif et le nombre plus élevé de classes permet de mieux visualiser la variation spatiale au sein du bassin versant.

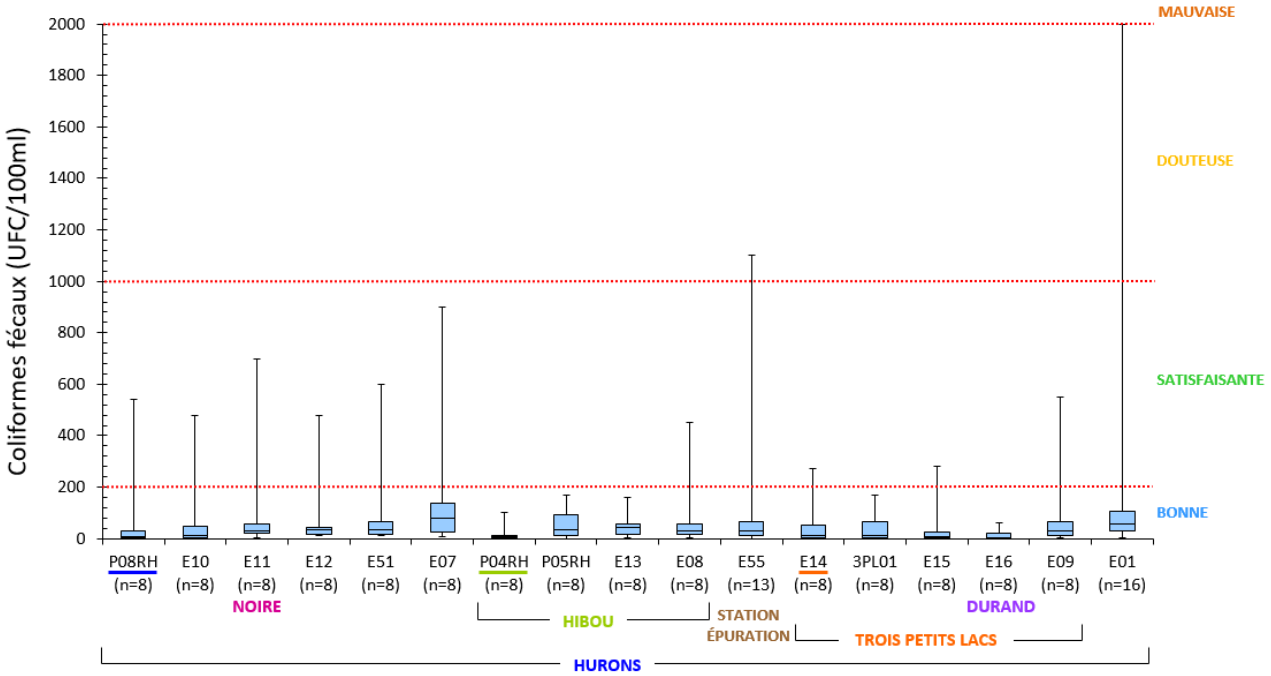


Figure 15 : Concentrations de coliformes fécaux mesurées dans la rivière des Hurons et ses affluents en 2017.

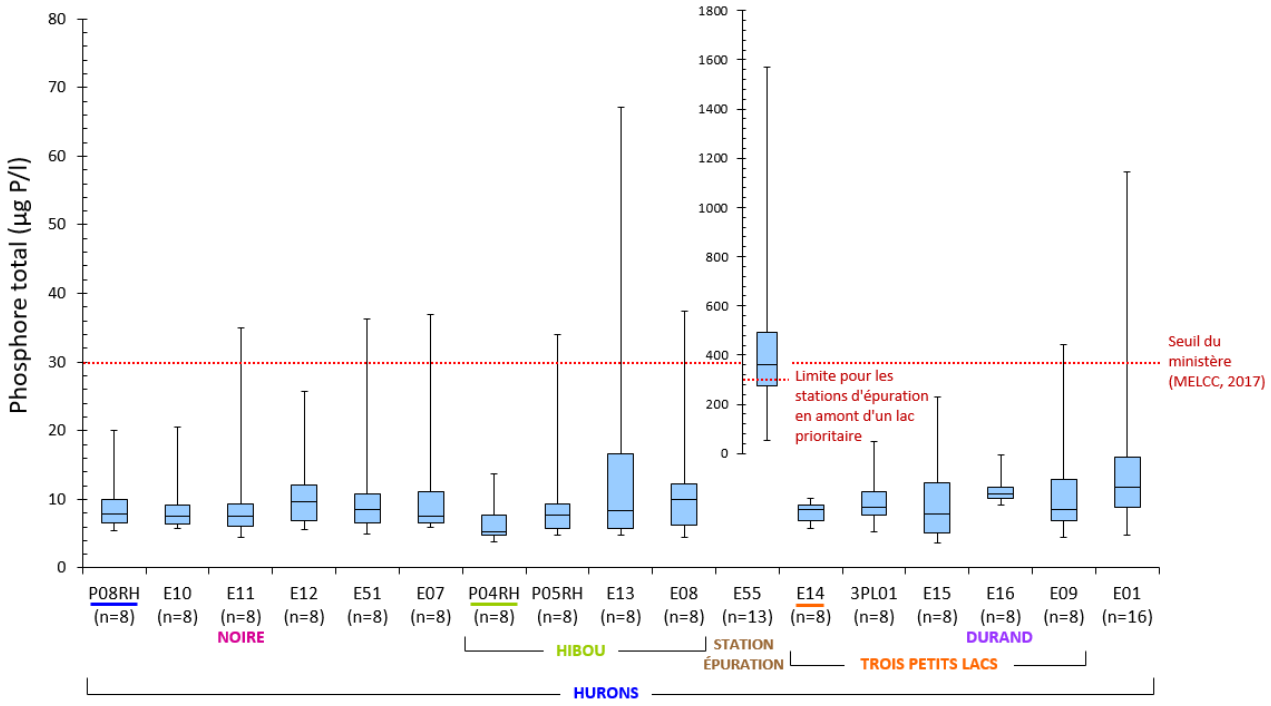


Figure 16 : Concentrations de phosphore total mesurées dans la rivières des Hurons et ses affluents en 2017.

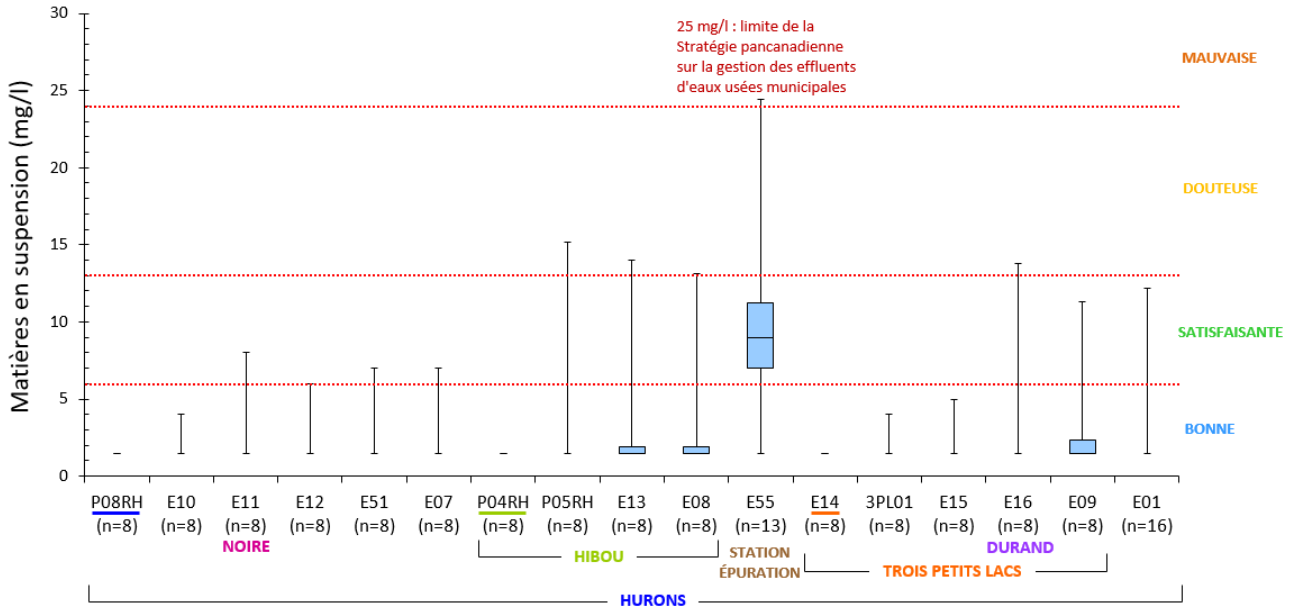


Figure 17 : Concentrations de matières en suspension mesurées dans la rivière des Hurons et ses affluents en 2017.

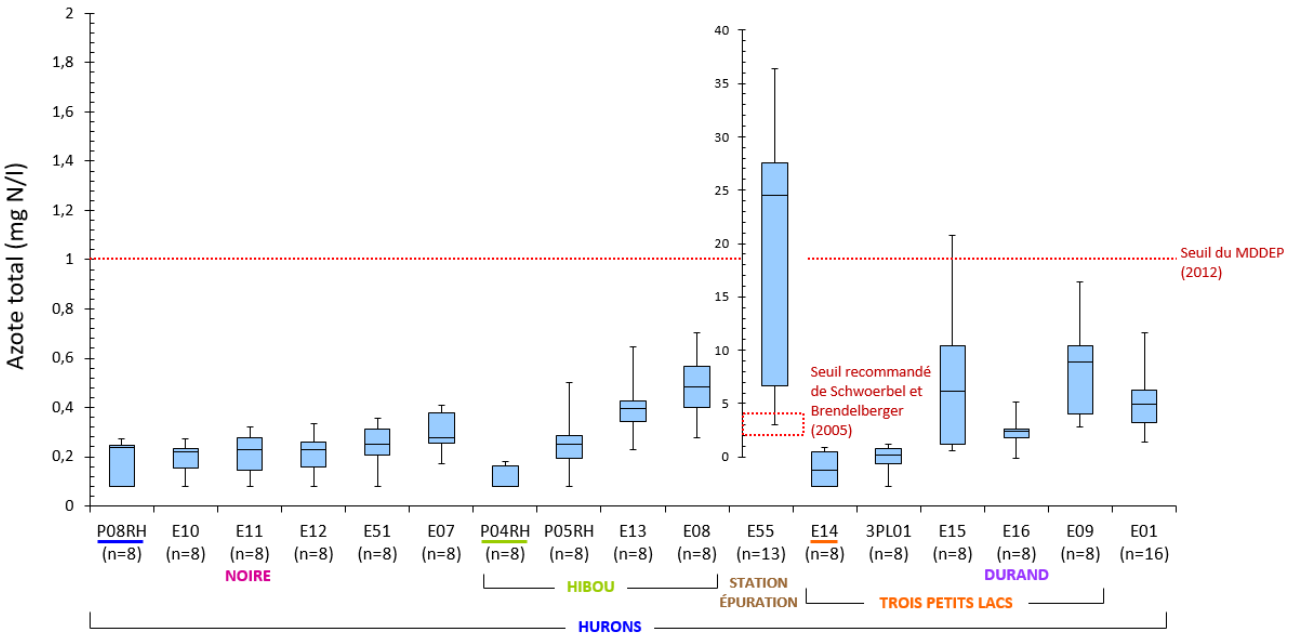


Figure 18 : Concentrations d'azote total mesurées dans la rivière des Hurons et ses affluents en 2017.

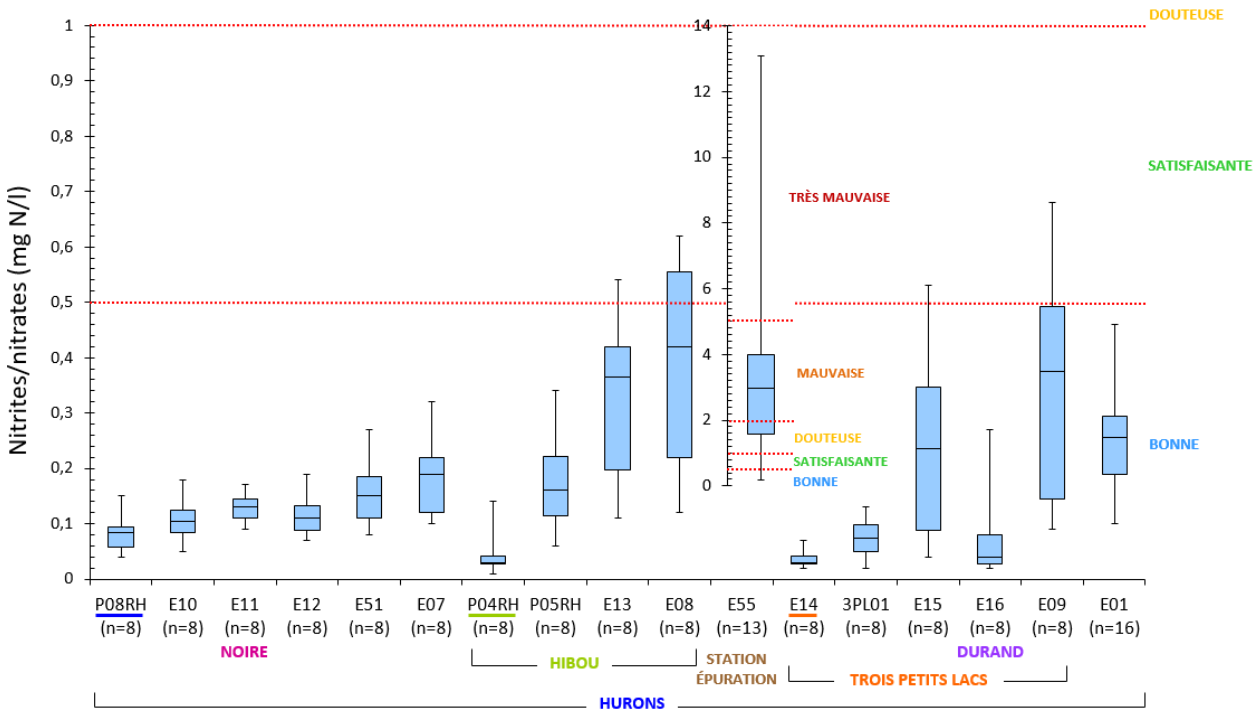


Figure 19 : Concentrations de nitrites/nitrates mesurées dans la rivière des Hurons et ses affluents en 2017.

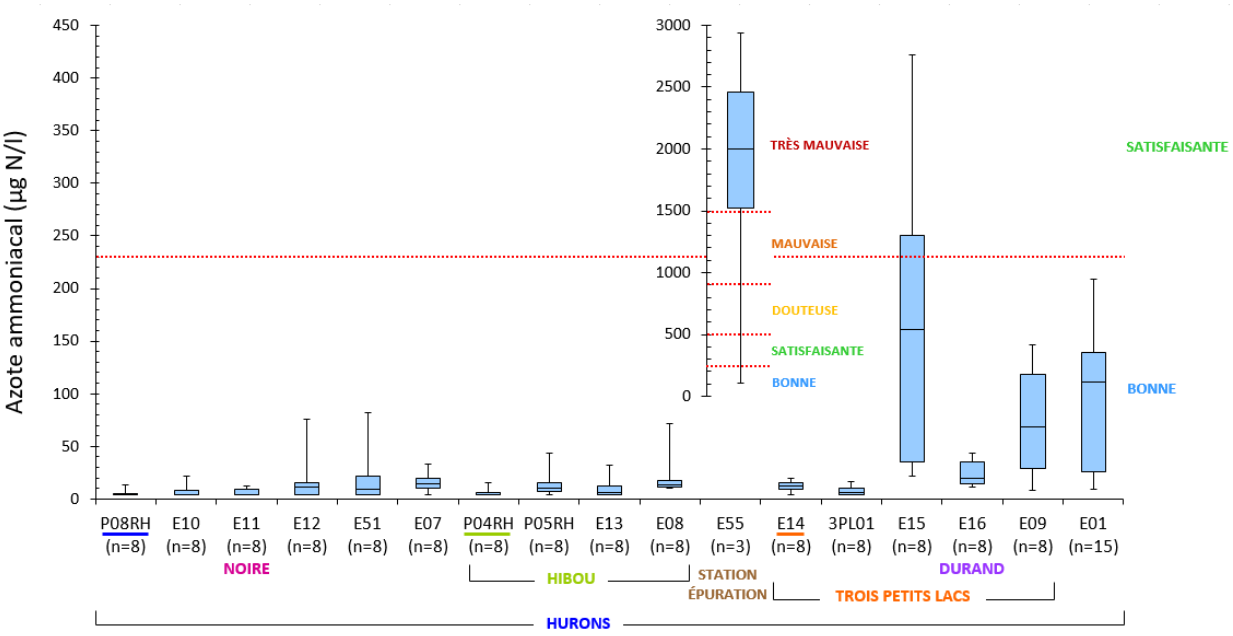


Figure 20 : Concentrations d'azote ammoniacal mesurées dans la rivière des Hurons et ses affluents en 2017.

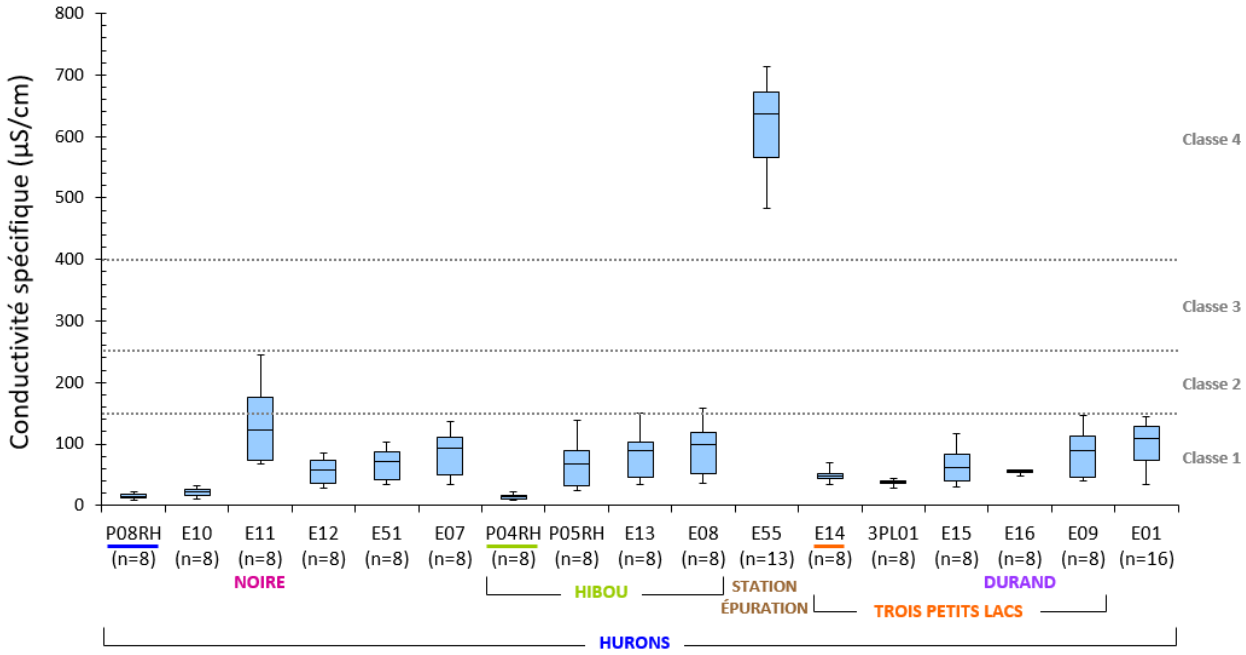


Figure 21 : Valeurs de conductivité spécifique mesurées dans la rivière des Hurons et ses affluents en 2017.

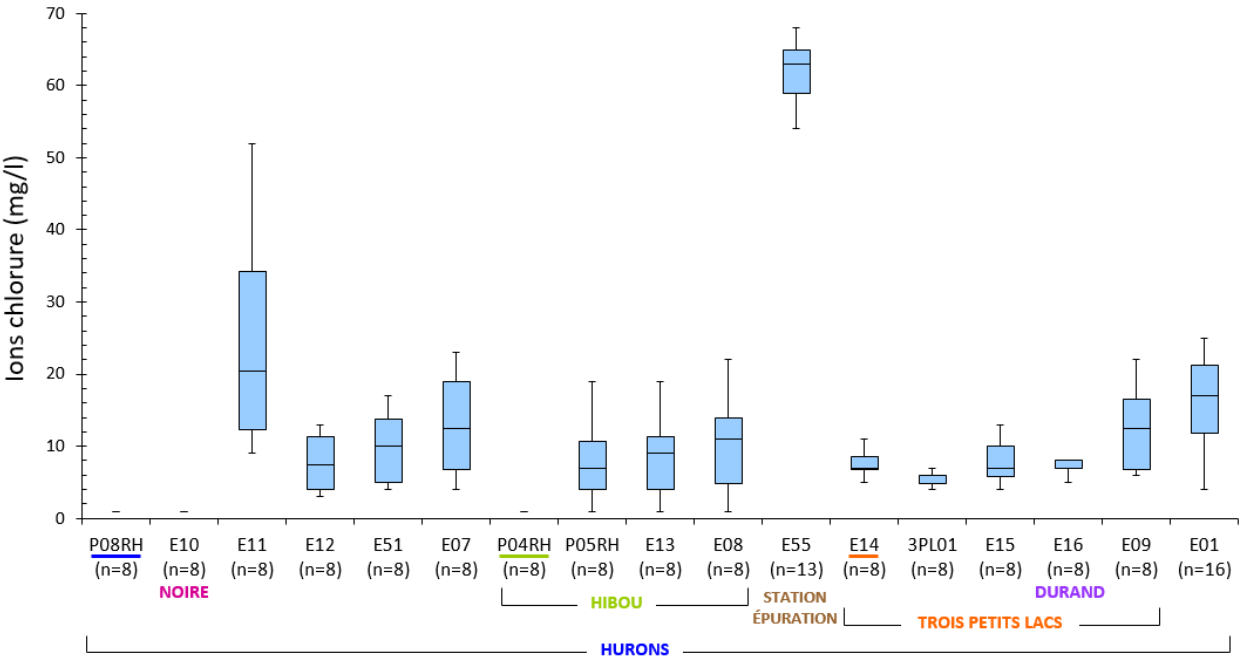


Figure 22 : Concentrations d'ions chlorure mesurées dans la rivière des Hurons et ses affluents en 2017.

Tableau 10 : Analyse des données de qualité de l'eau pour le bassin versant de la rivière des Hurons en 2017.

Station/ cours d'eau	Paramètre(s)	Fréquence des dépassements	Dates	Explications/Notes
P08RH **des Hurons** Rue de la Presqu'île	Aucun dépassement	n=0/8		Une valeur de 540 UFC/100 ml a été mesurée le 23 août. Cette valeur est associée à un important épisode de pluie le jour de l'échantillonnage.
E10 **des Hurons** Ch. Whalen	Aucun dépassement	n=0/8		Une valeur de 480 UFC/100 ml a été mesurée le 23 août. Cette valeur est associée à un important épisode de pluie le jour de l'échantillonnage.
E11 **Noire** Ch. St-Edmond	PT (> 30 µg/l)	n=1/8	23 août	Dépassement associé à un important épisode de pluie le jour de l'échantillonnage. Cet épisode de pluie a également impacté les CF (700 UFC/100 m) et les MES (8 mg/l) sans dépasser les seuils de la classe « satisfaisante ».
E12 **des Hurons** Boul. Talbot	Aucun dépassement	n=0/8		Une valeur de 480 UFC/100 ml a été mesurée le 23 août. Cette valeur est associée à un important épisode de pluie le jour de l'échantillonnage.
E51 **des Hurons** Rue Crawford	PT (> 30 µg/l)	n=1/8	23 août	Dépassement associé à un important épisode de pluie le jour de l'échantillonnage. Cet épisode de pluie a également impacté les CF (600 UFC/100 m) et les MES (7 mg/l) sans dépasser les seuils de la classe « satisfaisante ».
E07 **des Hurons** Route 371	PT (> 30 µg/l)	n=1/8	23 août	Dépassement associé à un important épisode de pluie le jour de l'échantillonnage. Cet épisode de pluie a également impacté les CF (900 UFC/100 m) et les MES (7 mg/l) sans dépasser les seuils de la classe « satisfaisante ».
P04RH **Hibou** Ch. des Alpins	Aucun dépassement	n=0/8		
P05RH **Hibou** Ch. Bon-Air	PT (> 30 µg/l)	n=1/8	23 août	Dépassements associés à un important épisode de pluie le jour de l'échantillonnage.
	MES (> 13 mg/l)	n=1/8	23 août	
E13 **Hibou** Ch. du Golf	PT (> 30 µg/l)	n=2/8	23 août 17 oct.	Dépassements du 23 août associés à un important épisode de pluie le jour de l'échantillonnage. Dépassement du 17 octobre associé à un important épisode de pluie le jour précédent l'échantillonnage.
	MES (> 13 mg/l)	n=1/8	23 août	Une valeur de 0,54 mg N/l de nitrites-nitrates a été mesurée le 27 juillet (faible pluie) sans toutefois dépasser les seuils de la classe « satisfaisante ». Cause inconnue.

Station/ cours d'eau	Paramètre(s)	Fréquence des dépassements	Dates	Explications/Notes
E08 Hibou Ch. de la Grande-Ligne	PT (> 30 µg/l)	n=1/8	23 août	Dépassements associés à un important épisode de pluie le jour de l'échantillonnage. Cet épisode de pluie a également impacté les CF (450 UFC/100 m) sans dépasser le seuil de la classe « satisfaisante ». Des valeurs de 0,57 ; 0,62 et 0,55 mg N/l de nitrites-nitrates ont été mesurées le 7 juin (sec), 27 juillet (faible pluie) et le 13 novembre (sec) sans toutefois dépasser les seuils de la classe « satisfaisante ». Cause inconnue.
	MES (> 13 mg/l)	n=1/8	23 août	
E55 Station d'épuration Stoneham-et-Tewkesbury	PT (> 300 µg/l)	n=8/13	25 avril 23 mai 7 juin 15 juin 27 juin 27 juillet 17 oct. 13 nov.	Le seuil visé pour une station d'épuration en amont d'un lac prioritaire (300 µg/l) est dépassé 62 % du temps.
	NT (> 4 mg/l N)	n=12/13	Toutes sauf 17 oct.	Les apports en NT sont considérés importants 92 % du temps.
	Azote ammoniacal (> 500 µg/l N)	n=11/13	Toutes sauf 17 oct. 13 nov.	Les apports en azote ammoniacal sont considérés importants 85 % du temps.
	Nitrites/nitrates (> 1,0 mg/l N)	n=11/13	Toutes sauf 25 avril 23 mai	Les apports en nitrites-nitrates sont considérés importants 85 % du temps.
E14 Trois Petits Lacs Ch. de la Vallée	Aucun dépassement	n=0/8		Une valeur de 270 UFC/100 ml a été mesurée le 23 août. Cette valeur est associée à un important épisode de pluie le jour de l'échantillonnage.
3PL01 Trois Petits Lacs Ch. Plante	Aucun dépassement	n=0/8		
E15 Trois Petits Lacs Avenue Tewkesbury	NT (> 1 mg/l)	n=1/8	27 juillet	Dépassement associé à une faible pluie pendant l'échantillonnage. Aucune précipitation dans les 48 heures qui ont précédées l'échantillonnage. Le 27 juillet, les nitrites-nitrates (0,53 mg N/l) et l'azote ammoniacal (422 µg N/l) étaient élevés

Station/ cours d'eau	Paramètre(s)	Fréquence des dépassements	Dates	Explications/Notes
				sans toutefois dépasser les seuils de la classe « satisfaisante ». Cause inconnue. Une autre donnée élevée d'azote ammoniacal (382 µg N/l) a été mesurée le 21 septembre et cette valeur est associée à un temps sec. Cause inconnue. Une valeur de 280 UFC/100 ml a été mesurée le 23 août. Cette valeur est associée à un important épisode de pluie le jour de l'échantillonnage.
E16 Durand Ch. du Lac E.	MES (> 13 mg/l)	n=1/8	23 août	Dépassement associé à un important épisode de pluie le jour de l'échantillonnage.
E09 Trois Petits Lacs Ch. de la Grande-Ligne	PT (> 30 µg/l)	n=1/8	23 août	Dépassement associé à un important épisode de pluie le jour de l'échantillonnage. Cet épisode de pluie a également impacté les CF (550 UFC/100 m) et les MES 11,3 mg/l) sans dépasser les seuils de la classe « satisfaisante ». Deux données plus élevées de nitrites-nitrates, 0,68 mg N/l et 0,65 mg N/l, ont aussi été mesurées respectivement le 27 juillet (faible pluie) et le 21 septembre (temps sec). Cause inconnue.
E01 des Hurons Ch. de la Grande-Ligne, à côté des Marais du Nord	CF (> 1000 UFC/100 ml)	n=1/16	23 août	Dépassements associés à un important épisode de pluie le jour de l'échantillonnage. Cet épisode de pluie a également impacté les MES 12,2 mg/l) sans dépasser le seuil de la classe « satisfaisante »
	PT (> 30 µg/l)	n=1/16	23 août	Des valeurs de 210 et 270 UFC/100 ml ont été mesurées le 27 juin (faible pluie pendant l'échantillonnage) et le 17 octobre (important épisode de pluie le jour précédent l'échantillonnage).

4.1.1 Résumé des résultats d'analyse pour le bassin versant de la rivière des Hurons

Les résultats des analyses démontrent les constats suivants [8]:

- **P08RH, rivière des Hurons** : Les valeurs moyennes pour les différents paramètres correspondent à une eau de qualité « bonne ». Aucun dépassement.
- **E10, rivière des Hurons** : Les valeurs moyennes pour les différents paramètres correspondent à une eau de qualité « bonne ». Aucun dépassement.
- **Rivière Noire**
  - Pas de suivi amont-aval en 2017.
  - **E11** : Les valeurs moyennes pour les différents paramètres correspondent à une eau de qualité « bonne ». Un dépassement (PT) a été mesuré au cours de la saison d'échantillonnage.
  - Conductivité spécifique élevée (moyenne de 134,6 µS/cm) à la station E11. C'est moindre qu'en 2015 (155,8 µS/cm) et 2013 (185,0 µS/cm) (Figure 74, Annexe 7.7), mais cela reste néanmoins nettement plus élevé qu'ailleurs dans le sous-bassin versant de la rivière des Hurons. Cela démontre que la route 175 continue d'affecter la conductivité spécifique de la rivière Noire. L'amélioration notée depuis 2013 pourrait être le résultat d'une meilleure gestion de l'entretien de la route 175 et de l'épandage de sels de voirie. La conductivité spécifique peut également être impactée par la pluviométrie. Une enquête sur la rivière Noire proposée pour 2020 permettrait de mieux définir les sources de contamination de la rivière.
- **E12, rivière des Hurons** : Les valeurs moyennes pour les différents paramètres correspondent à une eau de qualité « bonne ». Aucun dépassement.
  La rivière des Hurons a une bonne capacité de dilution car malgré la conductivité spécifique élevée à la station E11 (134,6 µS/cm), la conductivité spécifique en aval de la confluence avec la rivière Noire est de 56,4 µS/cm (Figure 75, Annexe 7.7).
- **E51, rivière des Hurons** : Les valeurs moyennes pour les différents paramètres correspondent à une eau de qualité « bonne ». Un dépassement (PT) a été mesuré au cours de la saison d'échantillonnage.
  La qualité de l'eau s'est améliorée depuis 2011. Une diminution des concentrations moyennes de PT et de MES (Figure 76, Annexe 7.7) est observée d'année en année (moyennes de 16; 15,6; 15,3 et 11,8 µg P/l de PT[9] et moyennes de 9,6; 4,0; 3,5 et 2,2 mg/l de MES pour 2011, 2013, 2015 et 2017 respectivement). Ces améliorations sont possiblement dues à une diminution globale des travaux dans ce secteur.
- **E07, rivière des Hurons** Les valeurs moyennes pour les différents paramètres correspondent à une eau de qualité « bonne ». Aucun dépassement.
  La qualité de l'eau s'est améliorée depuis 2013 (Figure 77, Annexe 7.7). Comme en 2015, aucun dépassement pour les composés azotés et les CF n'a été mesuré en 2017 comparativement à 2013.
- Notons toutefois que les données indiquent une problématique de contamination fécale entre les stations E10 et E07 sur la rivière des Hurons.

[8] L'année 2017 était une année d'échantillonnage de transition afin de répondre aux besoins des différents projets de l'APEL et de ses partenaires. Il en a résulté un nombre de sorties réduit de moitié pour plusieurs stations rivières (n=8 au lieu de 16).

[9] En 2011, la méthode pour l'analyse du phosphore total n'était pas encore validée, mais les données donnent tout de même un ordre de grandeur.

- **Rivière Hibou**
  - **P04RH** : Les valeurs moyennes pour les différents paramètres correspondent à une eau de qualité « bonne ». Aucun dépassement.
  - **P05RH** : Les valeurs moyennes pour les différents paramètres correspondent à une eau de qualité « bonne ». Toutefois, deux dépassements (PT et MES) ont été mesurés au cours de la saison d'échantillonnage.
    Les concentrations de PT et MES (Figure 78, Annexe 7.7) ont diminué en 2017 comparativement aux années antérieures (moyennes de 11,9; 14,4 et 10,7 µg P/l de PT[10] et moyennes de 3,8; 4,9 et 3,2 mg/l de MES pour 2011, 2015 et 2017 respectivement).
  - **E13** : Les valeurs moyennes pour les différents paramètres correspondent à une eau de qualité « bonne ». Toutefois, trois dépassements (2 PT et 1 MES) ont été mesurés au cours de la saison d'échantillonnage.
    Outre la station E55 (eaux usées), c'est à cette station que la concentration moyenne de PT (18,3 µg P/l) est la plus élevée dans le bassin versant de la rivière des Hurons.
  - **E08** : Les valeurs moyennes pour les différents paramètres correspondent à une eau de qualité « bonne ». Toutefois, deux dépassements (PT et MES) ont été mesurés au cours de la saison d'échantillonnage.
    Les concentrations de PT et MES (Figure 78, Annexe 7.7) ont diminué en 2017 comparativement aux années antérieures (moyennes de 12,6; 24,9; 37,8 et 12,5 µg P/l de PT[11] et moyennes de 4,5; 11,6; 9,7 et 3,1 mg/l de MES pour 2011, 2013, 2015 et 2017 respectivement).
  - Les améliorations observées résultent possiblement d'une diminution de l'intensité des travaux de développement du quartier résidentiel du Domaine des Grands Ducs.
  - Quelques valeurs plus élevées de composés azotés ont été mesurés en 2017. La cause reste inconnue, mais une enquête sur la rivière Hibou a été proposée dans l'entente 2020-2022 avec la Ville de Québec et permettrait de mieux définir les sources de contamination.
  - Augmentation amont-aval de la conductivité spécifique qui reflète l'augmentation des surfaces imperméables dans le quartier résidentiel du Domaine des Grands Ducs.
- **E55, station d'épuration des eaux usées de Stoneham-et-Tewkesbury**
  - Procédé de traitement : système combinant des étangs aérés et de la déphosphatation chimique (ajout d'alun).
  - Il n'a pas été possible d'échantillonner cette station à trois (3) reprises (8 mai, 23 août et 31 octobre) sur un total de 16 sorties pour la saison 2017 en raison d'un niveau d'eau trop haut dans la rivière des Hurons.
  - Bien que la station d'épuration respectait les normes du ministère pour les matières en suspension en tout temps, la majorité des données de phosphore total et de composés azotés dépassaient les seuils recommandés en amont d'un lac considéré prioritaire.
  - Augmentation de la conductivité spécifique depuis 2011 (Figure 79, Annexe 7.7) qui témoigne d'une hausse de la charge ionique et de la concentration d'ions chlorure.

[10] En 2011, la méthode pour l'analyse du phosphore total n'était pas encore validée, mais les données donnent tout de même un ordre de grandeur.

[11] En 2011, la méthode pour l'analyse du phosphore total n'était pas encore validée, mais les données donnent tout de même un ordre de grandeur.

- La conductivité spécifique moyenne (615 µS/cm) est nettement supérieure à celle de la station d'épuration de Lac-Delage (274 µS/cm). De plus, la concentration moyenne en ions chlorure est trois fois plus élevée à Stoneham-et-Tewkesbury qu'à Lac-Delage (62 mg/l versus 22 mg/l). La cause demeure inconnue.

- **Ruisseau des Trois-Petits-Lacs**
  - **E14** : Les valeurs moyennes pour les différents paramètres correspondent à une eau de qualité « bonne ». Aucun dépassement.
  - **3PL01** : Les valeurs moyennes pour les différents paramètres correspondent à une eau de qualité « bonne ». Aucun dépassement.
  - **E15** : Les valeurs moyennes pour les différents paramètres correspondent à une eau de qualité « bonne ». Un dépassement (NT) a été mesuré au cours de la saison d'échantillonnage.
  - **E09** : Les valeurs moyennes pour les différents paramètres correspondent à une eau de qualité « bonne ». Un dépassement (PT) a été mesuré au cours de la saison d'échantillonnage.
  - Globalement, les concentrations de matières en suspension ont diminué depuis 2011 (Figure 80, Annexe 7.7).
  - Tout comme pour la rivière Hibou, quelques valeurs plus élevées de composés azotés ont été mesurés en 2017. La cause reste inconnue, mais une enquête sur le ruisseau des Trois Petits Lacs a été proposée dans l'entente 2020-2022 avec la Ville de Québec et permettrait de mieux définir les sources de contamination.
  - Augmentation amont-aval de la conductivité spécifique.
- **E16, lac Durand** : Les valeurs moyennes pour les différents paramètres correspondent à une eau de qualité « bonne ». Un dépassement (MES) a été mesuré au cours de la saison d'échantillonnage.
- **E01, rivières des Hurons** : Les valeurs moyennes pour les différents paramètres correspondent à une eau de qualité « bonne ». Toutefois, deux dépassements (CF et PT) ont été mesurés au cours de la saison d'échantillonnage.

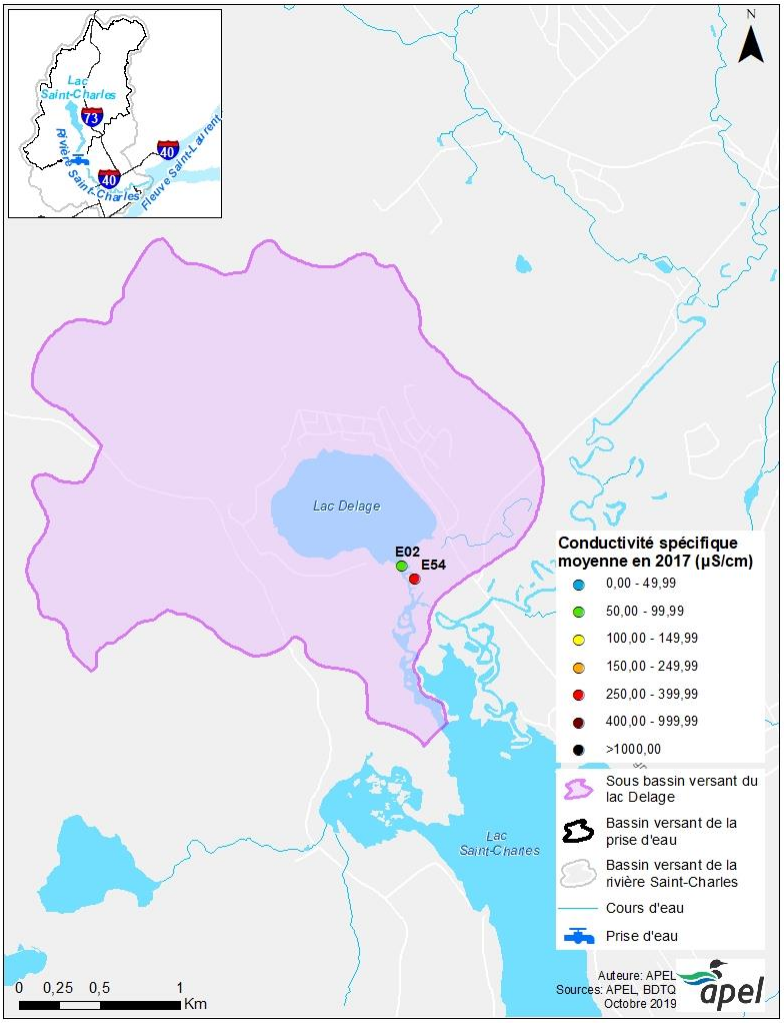
  L'évolution de la conductivité spécifique à cette station de 2011 à 2017 semble refléter celle des stations en amont, notamment celle de la rivière Noire (Figure 9 et Figure 64).
- La qualité bactériologique de la rivière des Hurons et de ses tributaires variait de « bonne » à « satisfaisante ». Une valeur de 2000 UFC/100 ml a toutefois été mesurée à la station E01 ainsi qu'une valeur de 1100 UFC/100 ml à la station E55. Il est à noter qu'il y a eu des dépassements du seuil pour la baignade (200 UFC/100 ml) à plusieurs stations (toutes sauf P04RH, P05RH, E13, 3PL01 et E16).

4.2 Bassin versant du lac Delage

Le Tableau 11 présente les stations d'échantillonnage visitées en 2017 dans le bassin versant du lac Delage (d'amont en aval). Il inclut la justification de chaque station, ainsi qu'une brève description de leur localisation. La station soulignée correspond à la station témoin.

Tableau 11 : Stations d'échantillonnage situées dans le bassin versant du lac Delage de l'amont vers l'aval.

Station (APEL)	Cours d'eau associé	Justification	Localisation
E02	Décharge du lac Delage	Connaître les apports du lac Delage dans le lac Saint-Charles.	Sur le petit pont à la décharge du lac Delage.
E54	Aval de la décharge du lac Delage	Rejets de la station d'épuration des eaux usées de la Ville de Lac-Delage. Quantifier les apports de la station d'épuration vers le lac Saint-Charles.	Sur le site même de la station d'épuration, à l'effluent.



La carte de la Figure 23 présente la localisation des stations d'échantillonnage du bassin versant du lac Delage et les valeurs moyennes de conductivité spécifique mesurées en 2017. Les Figures 24 à 30 représentent les résultats de qualité de l'eau sous forme de graphiques en boîtes. Le graphique pour la turbidité est présenté à l'Annexe 7.4. Le Tableau 12 présente, par station, un résumé des dépassements des critères de qualité de l'eau dans le bassin versant du lac Delage, d'amont en aval.

Figure 23 : Représentation cartographique des valeurs moyennes de conductivité spécifique mesurées dans le bassin versant du lac Delage en 2017[12].

[12] La classification utilisée pour la cartographie diffère de celle présentée au Tableau 8. La classification pour la cartographie est utilisée à titre indicatif et le nombre plus élevé de classes permet de mieux visualiser la variation spatiale au sein du bassin versant.

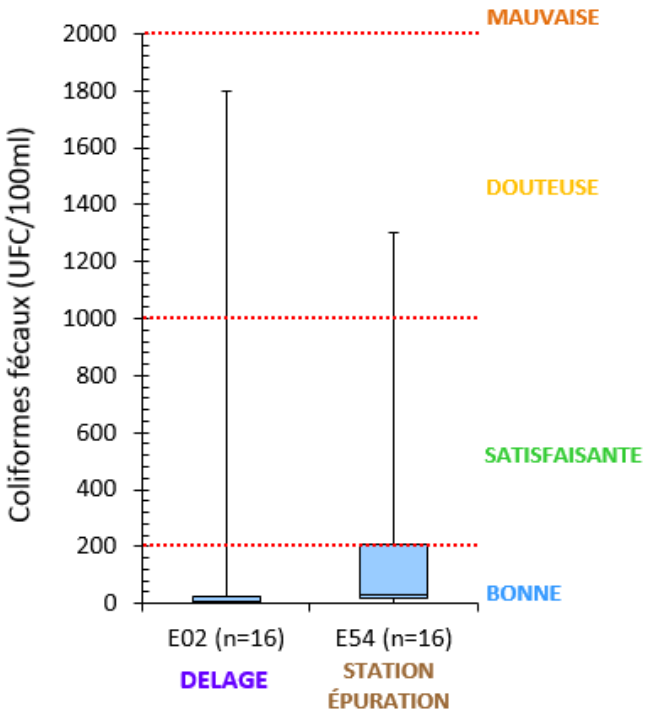


Figure 24 : Concentrations de CF mesurées aux stations du bassin versant du lac Delage en 2017.

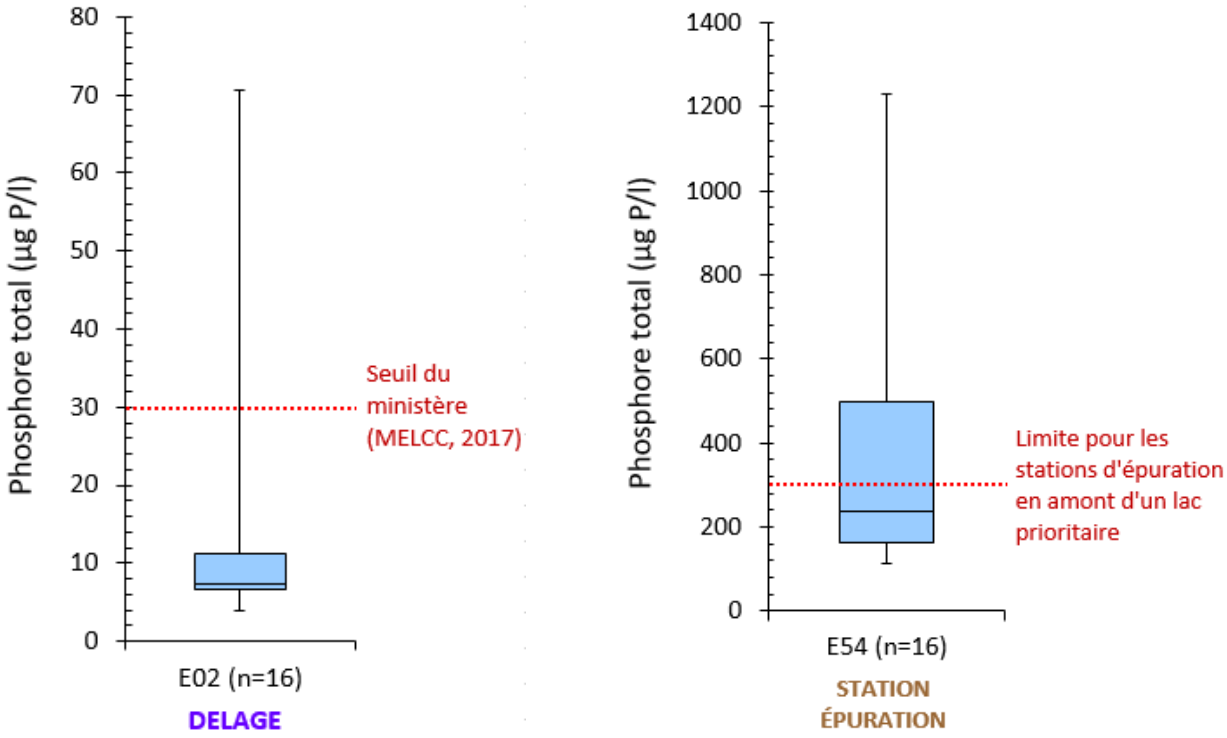


Figure 25 : Concentrations de PT mesurées aux stations du bassin versant du lac Delage en 2017.

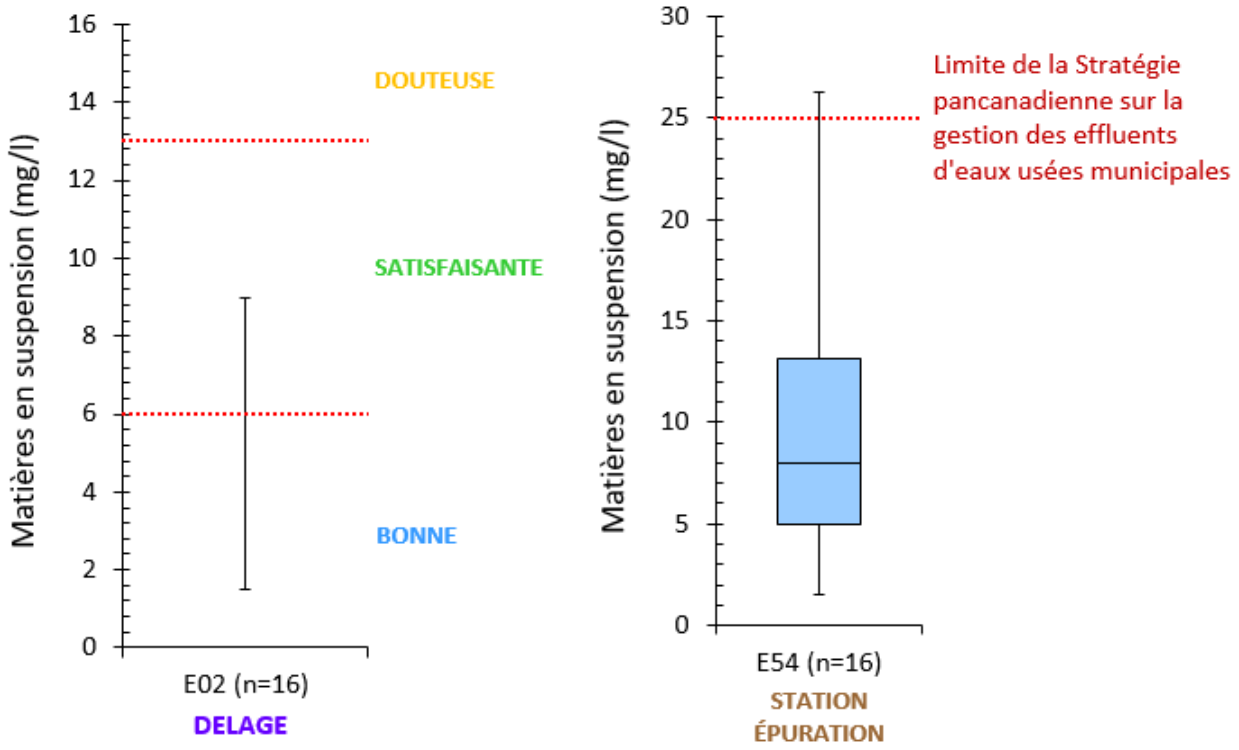


Figure 26 : Concentrations de MES mesurées aux stations du bassin versant du lac Delage en 2017.

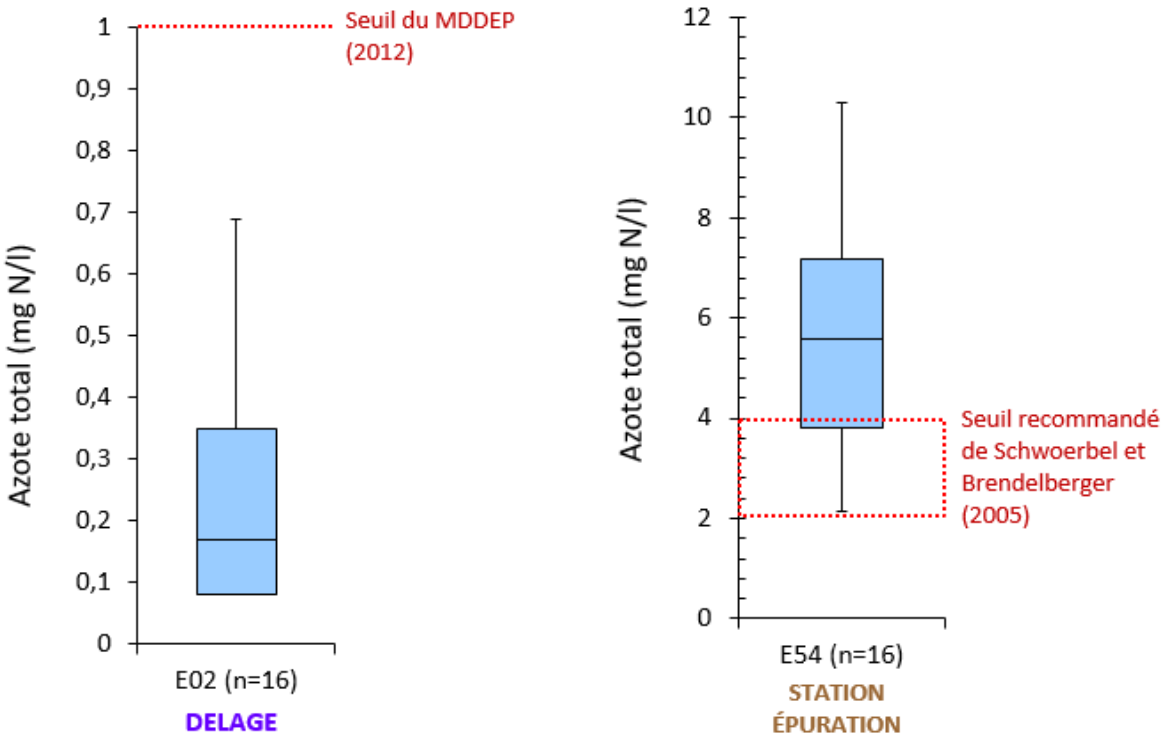


Figure 27 : Concentrations de NT mesurées aux stations du bassin versant du lac Delage en 2017.

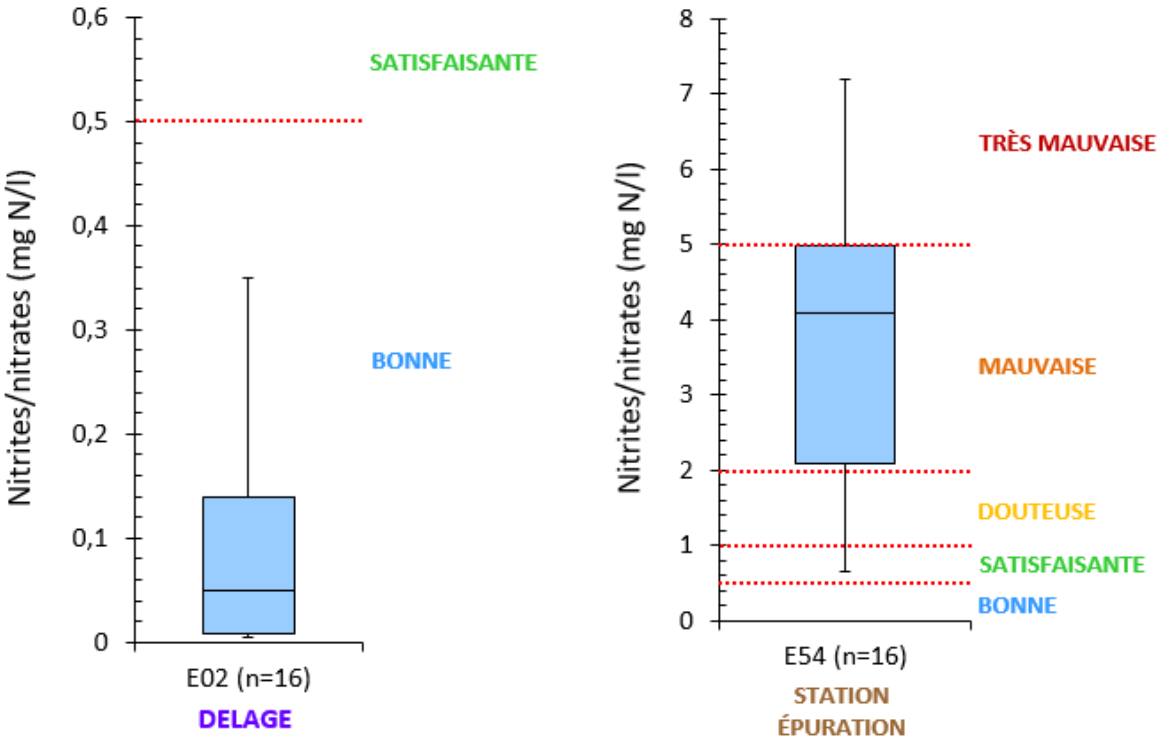


Figure 28 : Concentrations de nitrites-nitrates aux stations du bassin versant du lac Delage en 2017.

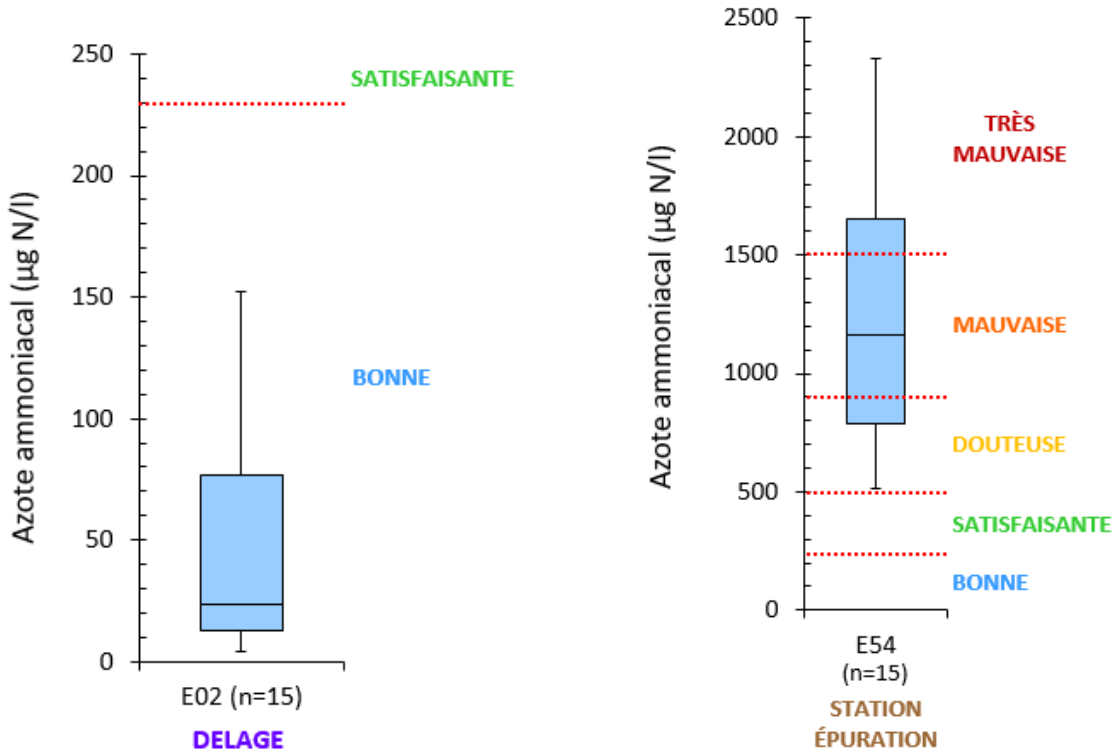


Figure 29 : Concentration d'azote ammoniacal mesurées aux stations du bassin versant du lac Delage en 2017.

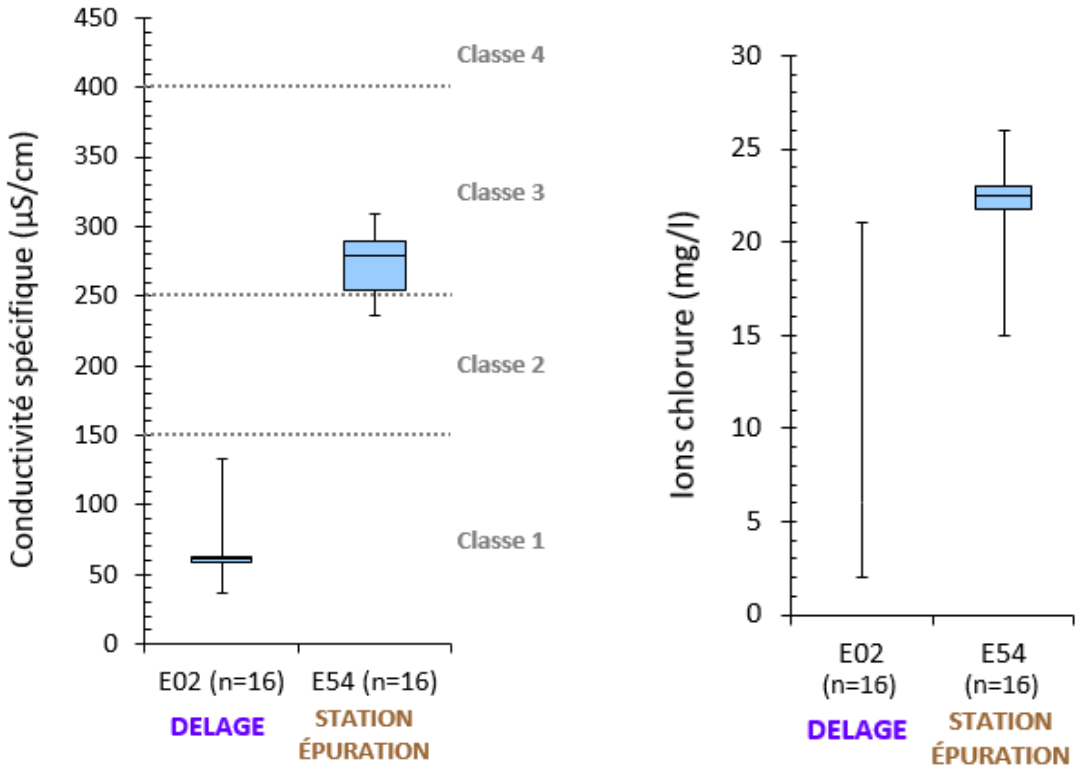


Figure 30 : Valeurs de conductivité spécifique et concentrations d'ions chlorure mesurées aux stations du bassin versant du lac Delage en 2017.

Tableau 12 : Analyse des données de qualité de l'eau pour le bassin versant du lac Delage en 2017.

Station/cours d'eau	Paramètre(s)	Fréquence des dépassements	Date(s)	Explications (événements, pluviométrie, etc.)
E02 Décharge du lac Delage	CF (> 200 UFC/100 ml)[13]	n=2/16	23 août 31 oct.	Dépassements associés à des épisodes de pluie lors de l'échantillonnage (courant inversé). L'épisode de pluie du 23 août a également impacté les MES (9 mg/l) sans dépasser le seuil de la classe « satisfaisante ».
	PT (> 30 µg/l)	n=2/16	23 août 31 oct.	
E54 Station d'épuration de Lac-Delage	PT (> 300 µg/l)	n=6/16	15 juin 27 juin 8 août 23 août 17 oct. 31 oct.	Le seuil visé pour une station d'épuration en amont d'un lac prioritaire (300 µg/l) est dépassé 38% du temps.
	MES (> 25 mg/l)	n=1/16	31 oct.	Précipitations importantes à la fin octobre qui ont affecté l'efficacité du traitement (Lavoie, 2019).
	NT (> 4 mg N/l)	n=11/16	Toutes sauf 8 mai 23 mai 7 juin 15 juin 13 nov.	Les apports en NT sont considérés importants 69% du temps.
	Azote ammoniacal (> 500 µg N/l)	n=15/15	Toutes	Les apports en azote ammoniacal sont considérés importants 100% du temps.
	Nitrites/nitrates (> 1,0 mg N/l)	n=14/16	Toutes sauf 25 avril 8 mai	Les apports en nitrites/nitrates sont considérés importants 88% du temps.

[13] Comme il y a de la baignade au lac Delage, le seuil retenu pour les coliformes fécaux est de 200 UFC/100 ml.

4.2.1 Résumé des résultats d'analyse pour le bassin versant du lac Delage

Les résultats des analyses démontrent les constats suivants :

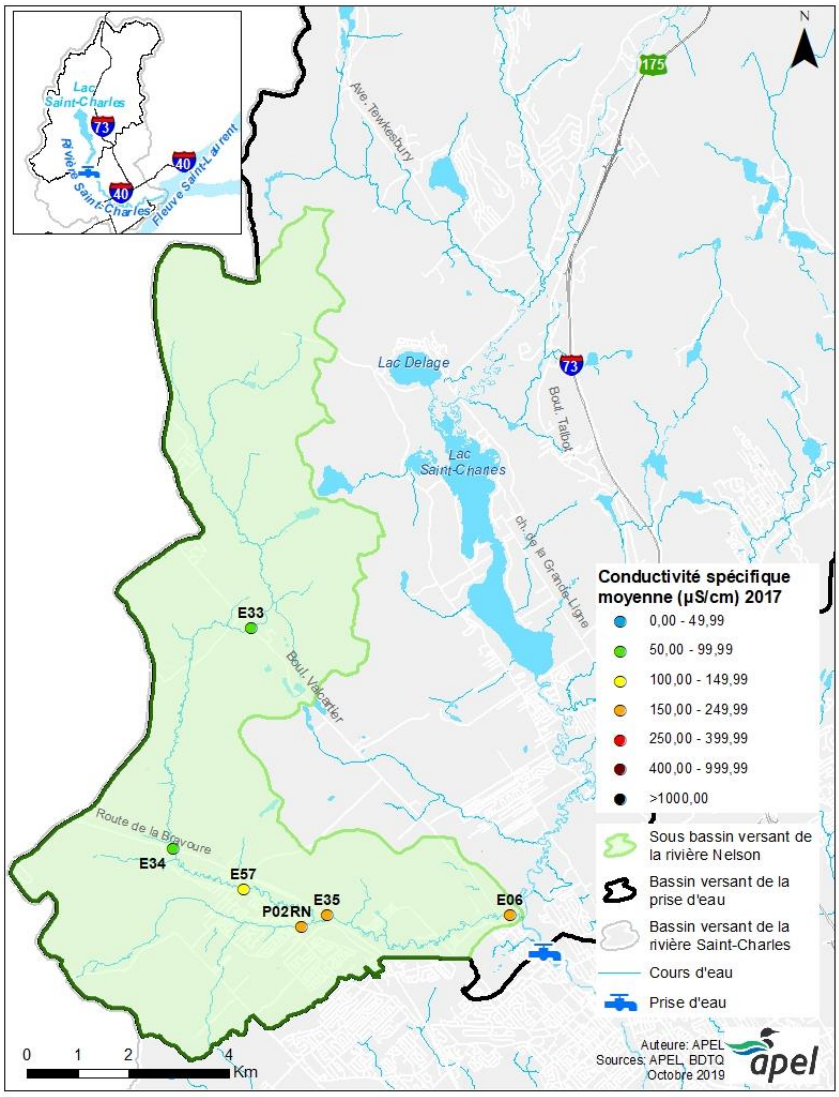
- **E02, lac Delage**
  - Les valeurs moyennes pour les différents paramètres correspondent à une eau de qualité « bonne ». Toutefois, quatre dépassements (2 CF et 2 PT) ont été mesurés au cours de la saison d'échantillonnage.
  - En 2017, le lac Delage a reçu au moins quatre fois (n=4/16 visites) les rejets de la station d'épuration des eaux usées située à son exutoire (écoulement inversé) avec un effet sur les CF, les composés azotés et le PT.
  - La qualité bactériologique de la décharge du lac Delage est bonne, avec deux valeurs au-dessus du seuil de 200 UFC/100 ml pour la baignade (1800 et 280 UFC/100 ml) mesurées lors des inversions de l'écoulement du 23 août et du 31 octobre.
  - Aucune augmentation significative des MES n'a été observée, sauf le 23 août (important épisode de pluie) où il y a eu un écoulement inversé (9 mg/l). Autrement, les valeurs étaient sous la limite de détection.
  - La moyenne de PT est de 15,6 µg/l. La valeur la plus élevée (70,6 µg/l) a été observée lors d'un écoulement inversé (31 octobre).
  - La conductivité spécifique moyenne en 2017 et 2015 sont semblables (61 versus 65 µS/cm). Toutefois, en 2017, les données sont plus variables (37 à 133 µS/cm) qu'en 2015 (35 à 67 µS/cm).
- **E54, station d'épuration des eaux usées de Lac-Delage**
  - Procédé de traitement : système combinant des étangs aérés et de la déphosphatation chimique (ajout d'alun).
  - Bien que la station d'épuration respectait les normes du ministère pour les matières en suspension (à l'exception du 31 octobre), les quantités de phosphore total et de composés azotés dépassaient les seuils recommandés en amont d'un lac considéré prioritaire.
  - Quatre (4) dépassement du seuil pour la baignade (200 UFC/100 ml) ont été mesurés en 2017. Parmi ces dépassements, un (1300 UFC/100 ml) était supérieur au seuil pour les activités de contact secondaire (1000 UFC/100 ml). Quand les concentrations de CF sont élevées lors des épisodes d'écoulement inverse, cela se répercute sur le lac Delage (E02).
  - Les Figures 81 à 83 de l'Annexe 7.8 présentent l'évolution au cours des dernières années du PT, des MES et du NT. Bien que les valeurs d'azote total soient toujours élevées en 2017, une diminution est observée depuis 2015.

4.3 Bassin versant de la rivière Nelson

Le Tableau 13 présente les stations d'échantillonnage visitées en 2017 dans le bassin versant de la rivière Nelson (d'amont en aval). Il inclut la justification de chaque station, ainsi qu'une brève description de leur localisation. Dans le tableau, la station soulignée correspond à la station témoin.

Tableau 13 : Stations d'échantillonnage situées dans le bassin versant de la rivière Nelson de l'amont vers l'aval.

Station (APEL)	Cours d'eau associé	Justification	Localisation
E33	Nelson	Station témoin en amont de la base militaire de Valcartier, en aval d'une zone avec présence de quelques élevages de chiens.	Boulevard Valcartier, à 300 m au sud de l'entrée de la base militaire de Valcartier.
E34	Nelson	Station en aval de la base militaire de Valcartier et en amont du quartier Val-Bélair (section de la rivière).	Autoroute Henri-IV, direction nord, la station est à droite juste avant la dernière sortie pour Val-Bélair.
E57	Nelson	Station en amont de la confluence de la rivière Nelson et du ruisseau Savard, sur une section de la rivière Nelson qui traverse un quartier résidentiel de Val-Bélair.	En amont du pont du boulevard Montolieu (entre l'autoroute Henri-IV et le boul. Pie-XI Nord).
P02RN	Savard	Station intégratrice en aval du bassin versant du ruisseau Savard. Il est à noter que ce ruisseau a fait l'objet d'une enquête approfondie en 2011 pour la détection des sources de contamination.	Pont sur la rue Hauterive à Val-Bélair.
E35	Nelson	Station en aval de la confluence du ruisseau Savard et de la rivière Nelson (analyse du triangle), sur une section de la rivière Nelson en aval du quartier résidentiel et industriel de Val-Bélair.	En aval d'un pont de l'autoroute Henri-IV, à environ 1 km au nord de l'intersection de l'avenue Industrielle et de l'autoroute Henri-IV.
E06	Nelson	Station intégratrice en aval du bassin versant de la rivière Nelson avant la confluence avec la rivière Saint-Charles.	Sur le pont de la rue de la Rivière-Nelson.



La carte de la Figure 31 présente la localisation des stations d'échantillonnage du bassin versant de la rivière Nelson et les valeurs moyennes de conductivité spécifique mesurées en 2017. Les Figures 32 à 35 représentent les résultats de qualité de l'eau sous forme de graphiques en boîtes. Le graphique pour la turbidité est présenté à l'Annexe 7.4. Le Tableau 14 présente, par station, un résumé des dépassements des critères de qualité de l'eau dans le bassin versant de la rivière Nelson, d'amont en aval.

Figure 31 : Représentation cartographique des valeurs moyennes de conductivité spécifique mesurées dans le bassin versant de la rivière Nelson en 2017[14].

[14] La classification utilisée pour la cartographie diffère de celle présentée au Tableau 8. La classification pour la cartographie est utilisée à titre indicatif et le nombre plus élevé de classes permet de mieux visualiser la variation spatiale au sein du bassin versant.

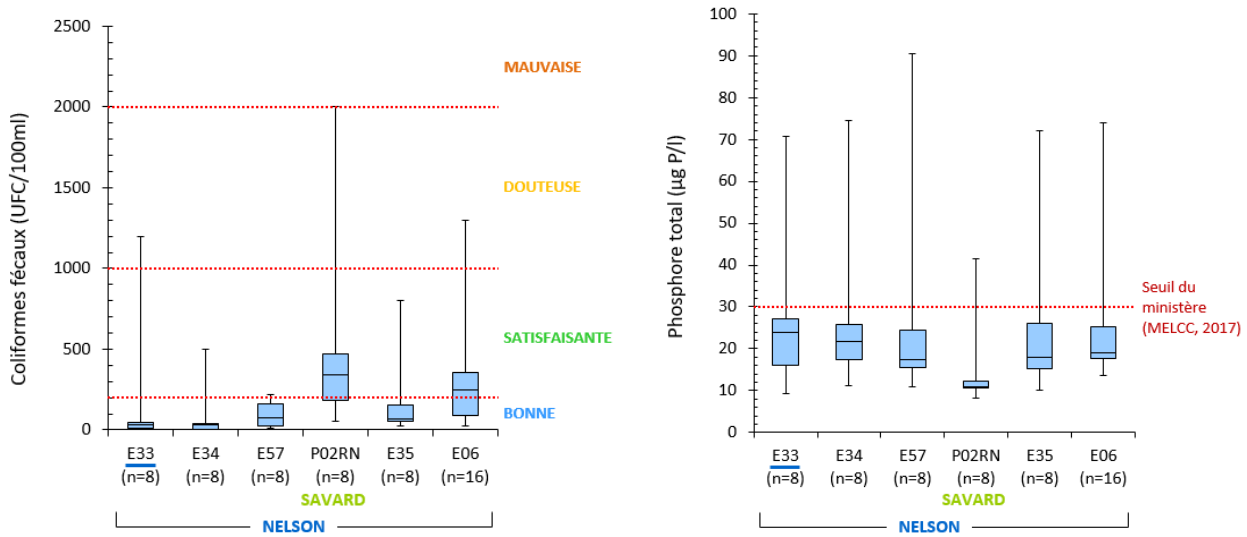


Figure 32 : **Concentrations de coliformes fécaux et de phosphore total mesurées dans la rivière Nelson et le ruisseau Savard en 2017.**

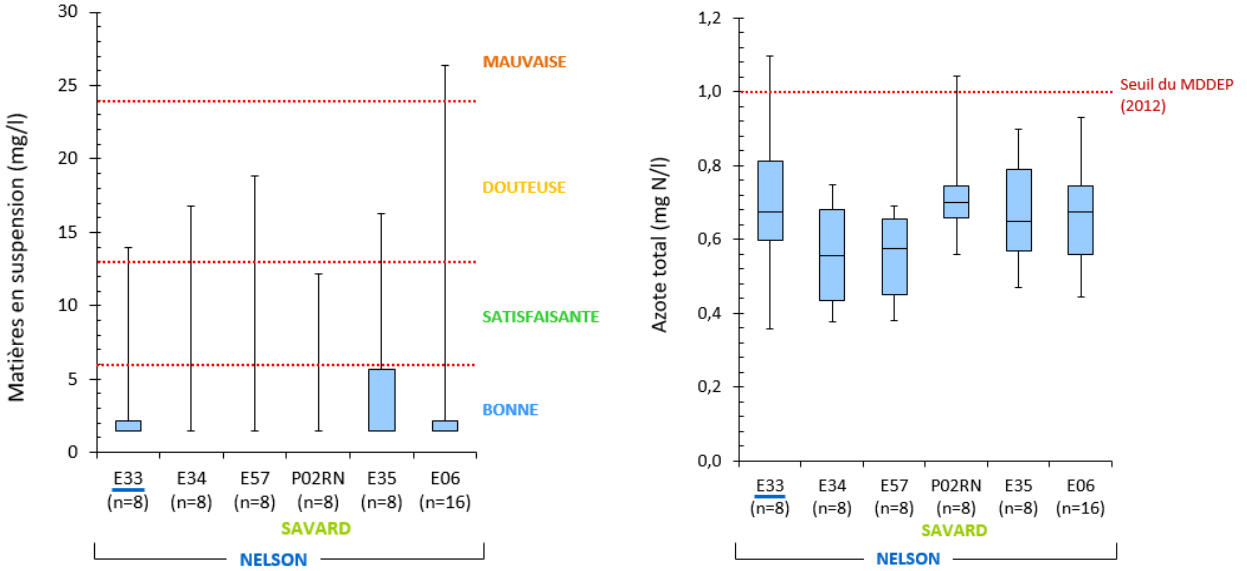


Figure 33 : **Concentrations de matières en suspension et d'azote total mesurées dans la rivière Nelson et le ruisseau Savard en 2017.**

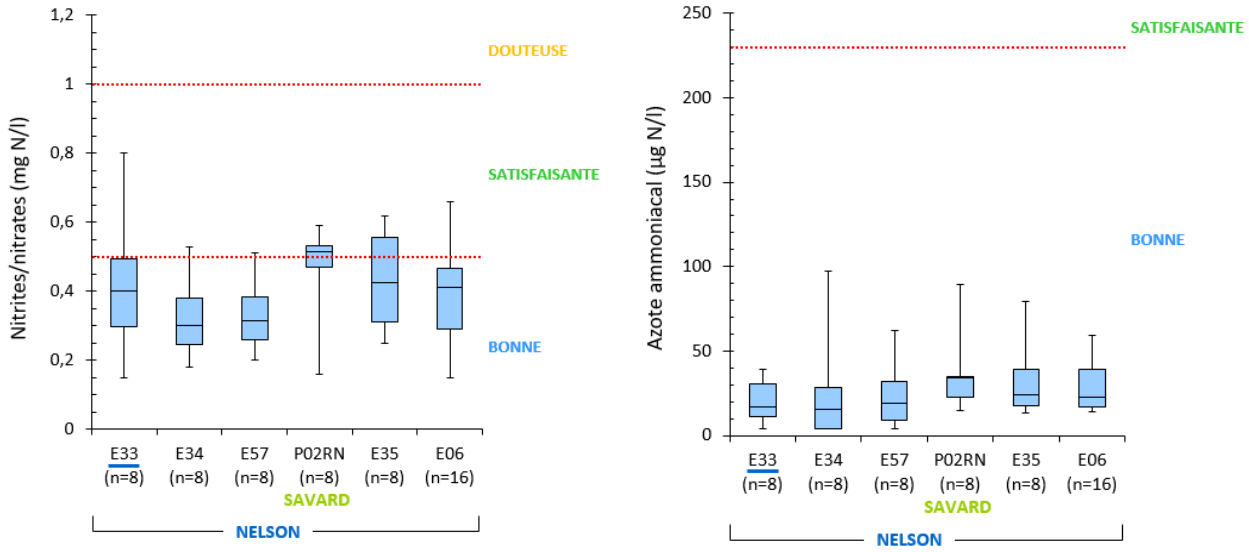


Figure 34 : **Concentrations de nitrites-nitrates et d'azote ammoniacal mesurées dans la rivière Nelson et le ruisseau Savard en 2017.**

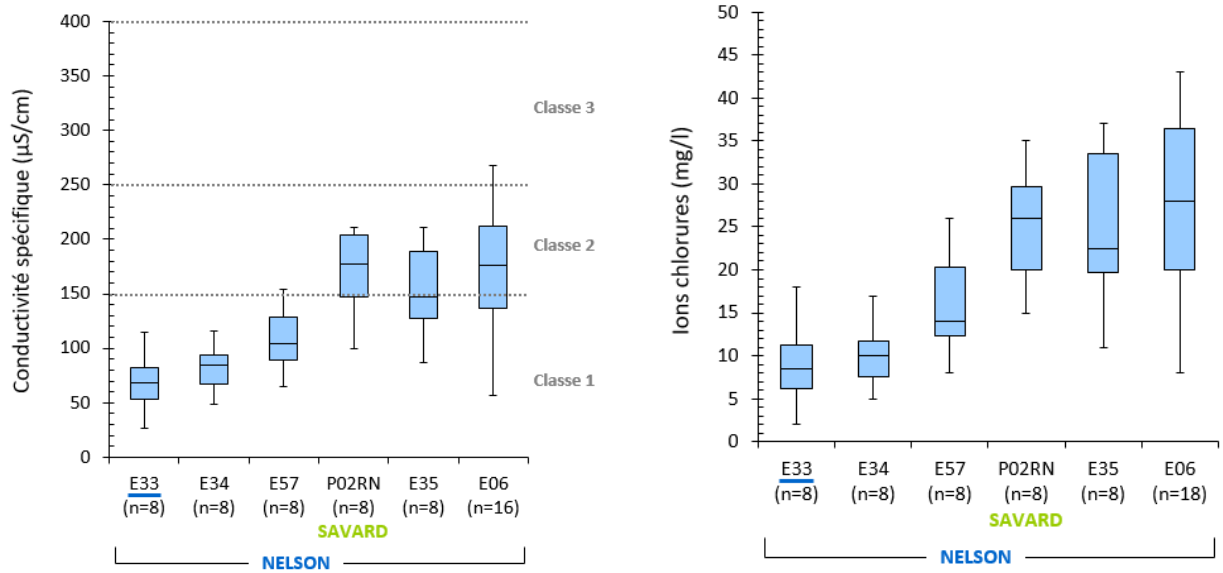


Figure 35 : **Valeurs de conductivité spécifique et concentrations d'ions chlorure mesurées dans la rivière Nelson et le ruisseau Savard en 2017.**

Tableau 14 : Analyse des données de qualité de l'eau pour le bassin versant de la rivière Nelson en 2017.

Station/ cours d'eau	Paramètre(s)	Fréquence des dépassements	Date(s)	Explications (événements, pluviométrie, etc.)
E33 Nelson Boul. Valcartier	CF (> 1000 UFC/100 ml)	n=1/8	16 oct.	16 octobre Dépassements associés à un important épisode de pluie lors de l'échantillonnage.
	PT (> 30 µg/l)	n=1/8	16 oct.	24 juillet Pas de précipitation la journée de l'échantillonnage ni la journée précédente. Aucune observation particulière n'a été faite sur le terrain. Comme les nitrites-nitrates et l'azote ammoniacal sont faibles, ce dépassement résulte d'une concentration élevée d'azote organique. Cause inconnue.
	MES (> 13 mg/l)	n=1/8	16 oct.	
	NT (> 1 mg/l)	n=1/8	24 juil.	
E34 Nelson Autoroute Henri-IV	PT (> 30 µg/l)	n=1/8	16 oct.	Dépassements associés à un important épisode de pluie lors de l'échantillonnage. Cet épisode de pluie a également impacté les CF (500 UFC/100 ml) sans dépasser le seuil de la classe « satisfaisante ».
	MES (> 13 mg/l)	n=1/8	16 oct.	
E57 Nelson Boul. Montolieu	PT (> 30 µg/l)	n=1/8	16 oct.	Dépassements associés à un important épisode de pluie lors de l'échantillonnage. Cet épisode de pluie a également impacté les CF (220 UFC/100 ml) sans dépasser le seuil de la classe « satisfaisante ».
	MES (> 13 mg/l)	n=1/8	16 oct.	
P02RN Savard Rue Hauterive	CF (> 1000 UFC/100 ml)	n=1/8	16 oct.	Dépassements associés à un important épisode de pluie lors de l'échantillonnage. Cet épisode de pluie a également impacté les MES (12,2 mg/l) sans dépasser le seuil de la classe « satisfaisante ». Comme les nitrites-nitrates et l'azote ammoniacal sont faibles, le dépassement de NT résulte d'une concentration élevée d'azote organique.
	PT (> 30 µg/l)	n=1/8	16 oct.	Des valeurs de CF dépassant le seuil pour la baignade ont été mesurées à 4 reprises lors de pluviométries variées (sec, faible pluie et pluie). La pluviométrie n'explique donc pas à elle seule les résultats. Aucune observation particulière n'a été notée sur le terrain. Cause inconnue.
	NT (> 1 mg/l)	n=1/8	16 oct.	Plusieurs valeurs de nitrites-nitrates supérieures à 0,5 mg N/l (n=6/8) ont également été mesurées lors de pluviométries variées (sec, faible pluie et pluie). Cause inconnue.

Station/ cours d'eau	Paramètre(s)	Fréquence des dépassements	Date(s)	Explications (événements, pluviométrie, etc.)
E35 Nelson Av. Industrielle	PT (> 30 µg/l)	n=2/8	19 sept. 16 oct.	<u>19 septembre</u> Pas de précipitation la journée de l'échantillonnage ni la journée précédente. Aucune observation particulière n'a été faite sur le terrain. Cause inconnue. <u>16 octobre</u> Dépassements associés à un important épisode de pluie lors de l'échantillonnage. Cet épisode de pluie a également impacté les CF (800 UFC/100 ml) sans dépasser le seuil de la classe « satisfaisante ».
	MES (> 13 mg/l)	n=1/8	16 oct.	Des valeurs de CF et MES de 270 UFC/100 ml et 10,7 mg/l respectivement ont été mesurées le 24 juillet (temps sec). Cause inconnue.
E06 Nelson Rue de la Rivière-Nelson	CF (> 1000 UFC/100 ml)	n=1/8	16 oct.	<u>16 octobre</u> Dépassements associés à un important épisode de pluie lors de l'échantillonnage. <u>30 octobre</u> Dépassement associé à un épisode de pluie lors de l'échantillonnage. Plusieurs valeurs de CF dépassant le seuil pour la baignade ont été mesurées (n=8/16) lors de pluviométries variées (sec, faible pluie et pluie). La pluviométrie n'explique donc pas à elle seule les résultats. Aucune observation particulière n'a été notée sur le terrain. Cause inconnue.
	PT (> 30 µg/l)	n=2/8	16 oct. 30 oct.	
	MES (> 13 mg/l)	n=1/8	16 oct.	

4.3.1 Résumé des résultats d'analyse pour le bassin versant de la rivière Nelson

Les résultats des analyses démontrent les constats suivants [15] :

- **E33, rivière Nelson** : Les valeurs moyennes pour les différents paramètres correspondent à une eau de qualité « bonne ». Toutefois, quatre dépassements (CF, PT, MES et NT) ont été mesurés au cours de la saison d'échantillonnage.
- Entre les stations E33 et E34, aucune information n'est disponible sur les activités humaines puisque c'est le territoire de la base des Forces canadiennes de Valcartier.
- **E34, rivière Nelson** : Les valeurs moyennes pour les différents paramètres correspondent à une eau de qualité « bonne ». Toutefois, deux dépassements (PT et MES) ont été mesurés au cours de la saison d'échantillonnage.
- **E57, rivière Nelson** : Les valeurs moyennes pour les différents paramètres correspondent à une eau de qualité « bonne ». Toutefois, deux dépassements (PT et MES) ont été mesurés au cours de la saison d'échantillonnage.
- **P02RN, ruisseau Savard** : Les valeurs moyennes pour les différents paramètres correspondent à une eau de qualité « bonne » à « satisfaisante ». Toutefois, trois dépassements (CF, PT et NT) ont été mesurés au cours de la saison d'échantillonnage.
  De plus, une augmentation de la conductivité spécifique est observée dans le ruisseau Savard depuis 2011 (Figure 72, Annexe 7.6).
- **E35, rivière Nelson** : Les valeurs moyennes pour les différents paramètres correspondent à une eau de qualité « bonne ». Toutefois, trois dépassements (2 PT et 1 MES) ont été mesurés au cours de la saison d'échantillonnage.
- **E06, rivière Nelson** : Les valeurs moyennes pour les différents paramètres correspondent à une eau de qualité « bonne » à « satisfaisante ». Toutefois, quatre dépassements (1 CF, 2 PT et 1 MES) ont été mesurés au cours de la saison d'échantillonnage.
  De 2009 à 2015, une baisse des valeurs de CF a été observée (Figure 84, Annexe 7.9). Une cause possible à cette observation est la réparation d'égouts croisés. Depuis 2016 toutefois, une légère tendance à la hausse est observée. En 2017, la valeur extrême (1300 UFC/100 ml) est moins élevée qu'en 2015 (3200 UFC/100 ml), mais il y a toutefois plus de données dans la classe 200 à 1000 UFC/100 ml (8/16) qu'en 2015 (2/15).
- Augmentation amont-aval dans la rivière Nelson de la conductivité spécifique et des ions chlorure. Cela est le reflet de l'augmentation des surfaces imperméables due aux activités anthropiques.
- La cause de plusieurs dépassements/valeurs élevées reste inconnue. Deux hypothèses pouvant expliquer ces observations sont les fèces d'animaux domestiques (Erickson, Weiss and Gulliver, 2013) et les fosses septiques. Une enquête permettrait de mieux définir les sources de contamination.

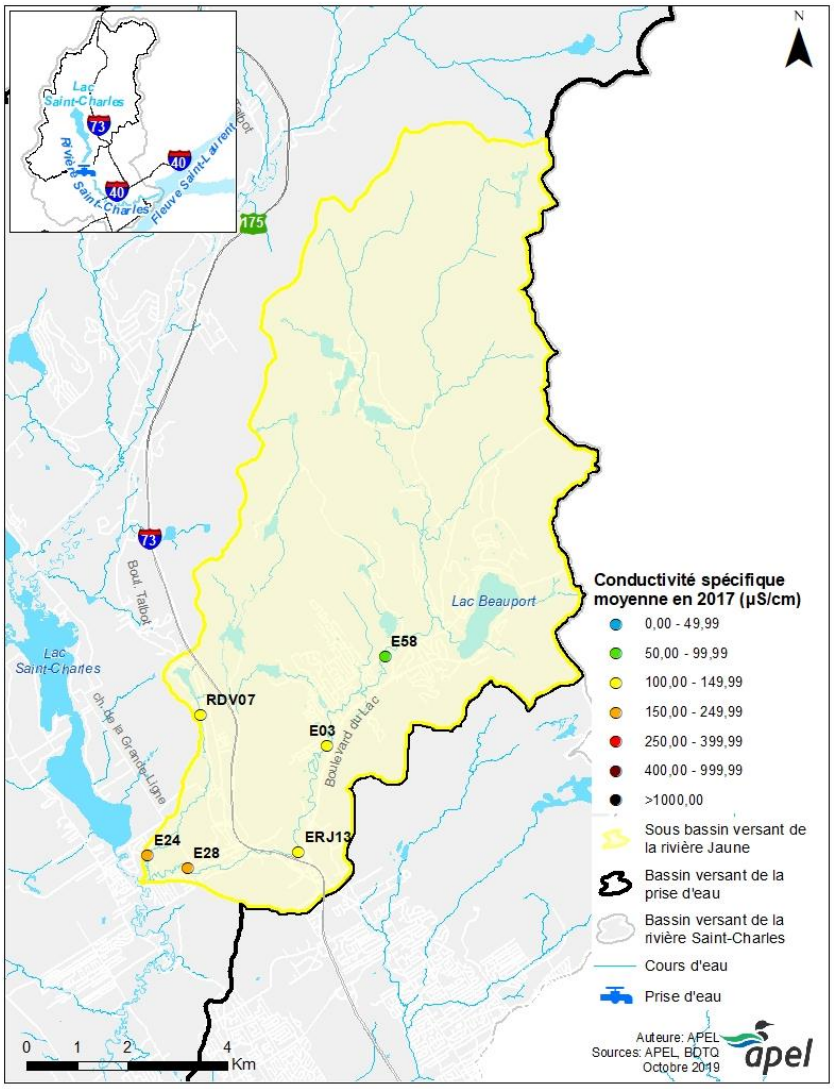
[15] L'année 2017 était une année d'échantillonnage de transition afin de répondre aux besoins des différents projets de l'APEL et de ses partenaires. Il en a résulté un nombre de sorties réduit de moitié pour plusieurs stations rivières (n=8 au lieu de 16).

4.4 Bassin versant de la rivière Jaune

Le Tableau 15 présente les stations d'échantillonnage visitées en 2017 dans le bassin versant de la rivière Jaune (d'amont en aval). Il inclut la justification de chaque station, ainsi qu'une brève description de leur localisation. Dans le Tableau 15, la station soulignée correspond à la station témoin.

Tableau 15 : Stations d'échantillonnage situées dans le bassin versant de la rivière Jaune de l'amont vers l'aval.

Station (APEL)	Cours d'eau associé	Justification	Localisation
E58	Jaune	Vérification de la qualité de l'eau avant l'entrée dans une zone densément habitée de Lac-Beauport. Station témoin en aval du lac Beauport.	Sur le pont du chemin du Brûlé à Lac-Beauport.
E03	Jaune	Section de la rivière en aval d'une zone densément habitée de Lac-Beauport (secteur du mont Cervin).	Sur le pont de la rue Léo-T.-Julien.
ERJ13	Jaune	Station ajoutée pour l'étude du réseau trophique.	À l'intersection du boulevard du Lac et de la côte Bédard
E28	Jaune	Connaître la qualité de l'eau de la rivière Jaune avant la confluence avec la rivière Saint-Charles et en aval du bassin versant de la rivière Jaune (station intégratrice).	Sur le pont de la rue Jacques-Bédard.
RDV07	du Valet	Station ajoutée pour l'étude du réseau trophique.	Sur le pont du chemin de l'Engoulevent.
E24	du Valet	Connaître la qualité de l'eau du ruisseau du Valet avant la confluence avec la rivière Jaune (station intégratrice).	Sur le ponceau traversant le chemin des Chalets.



La carte de la Figure 36 présente la localisation des stations d'échantillonnage du bassin versant de la rivière Jaune et les valeurs moyennes de conductivité spécifique mesurées en 2017. Les Figures 37 à 40 représentent les résultats de qualité de l'eau sous forme de graphiques en boîtes. Le graphique pour la turbidité est présenté à l'Annexe 7.4. Le Tableau 16 présente, par station, un résumé des dépassements des critères de qualité de l'eau dans le bassin versant de la rivière Jaune, d'amont en aval.

Figure 36 : Représentation des valeurs moyennes de conductivité spécifique mesurées dans le bassin versant de la rivière Jaune en 2017[16].

[16] La classification utilisée pour la cartographie diffère de celle présentée au Tableau 8. La classification pour la cartographie est utilisée à titre indicatif et le nombre plus élevé de classes permet de mieux visualiser la variation spatiale au sein du bassin versant.

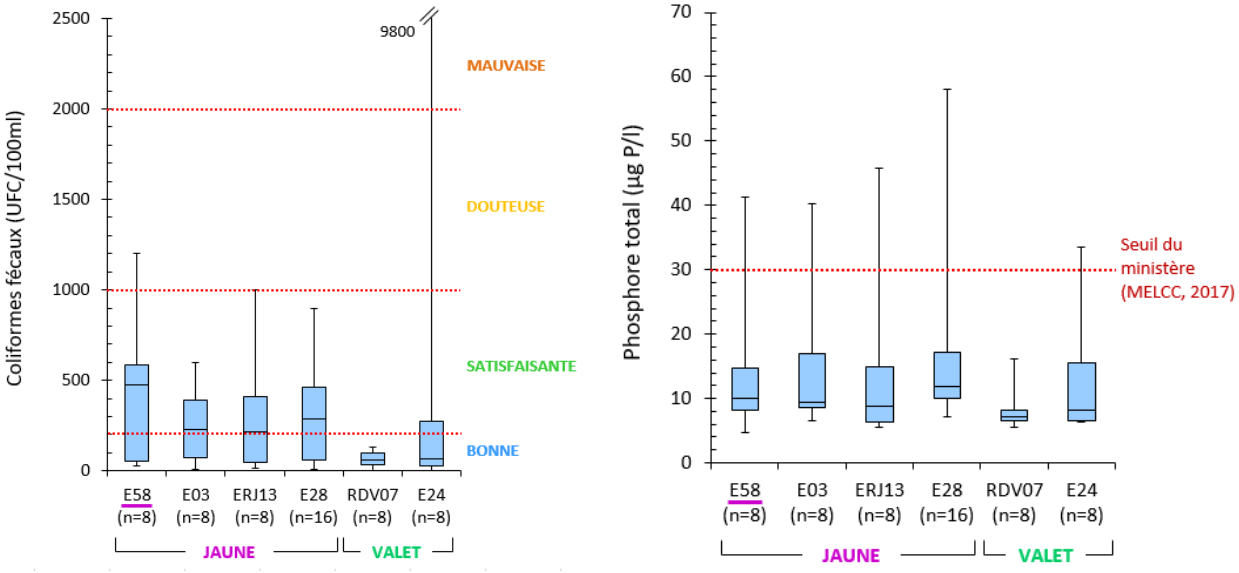


Figure 37 : Concentrations de coliformes fécaux et de phosphore total mesurées dans la rivière Jaune et le ruisseau du Valet en 2017.

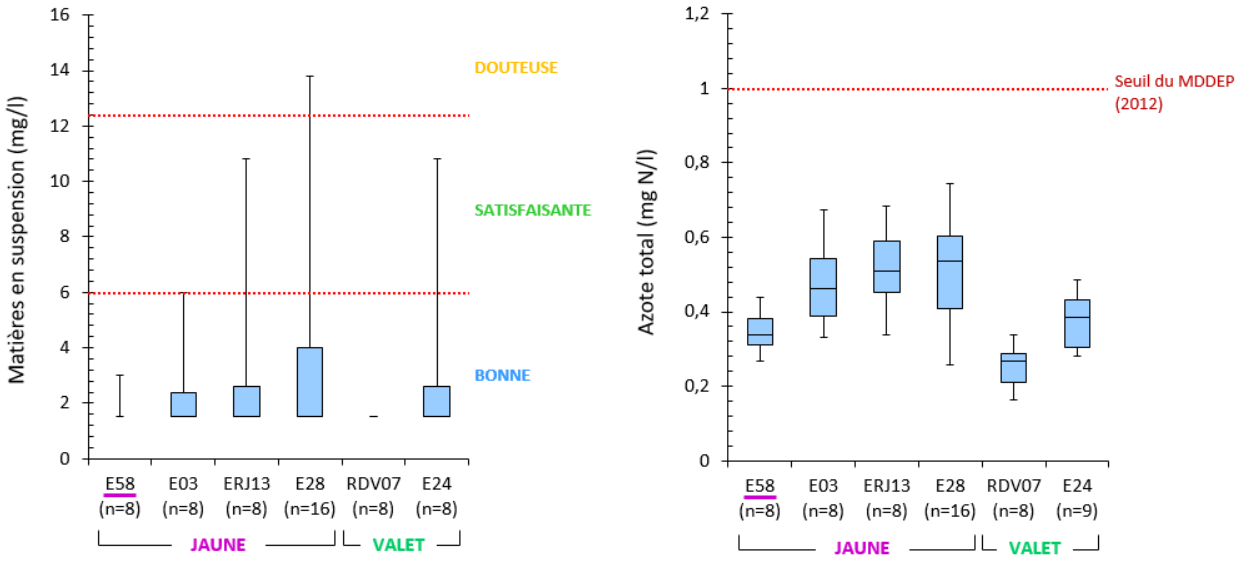


Figure 38 : Concentrations de matières en suspension et d'azote total mesurées dans la rivière Jaune et le ruisseau du Valet en 2017.

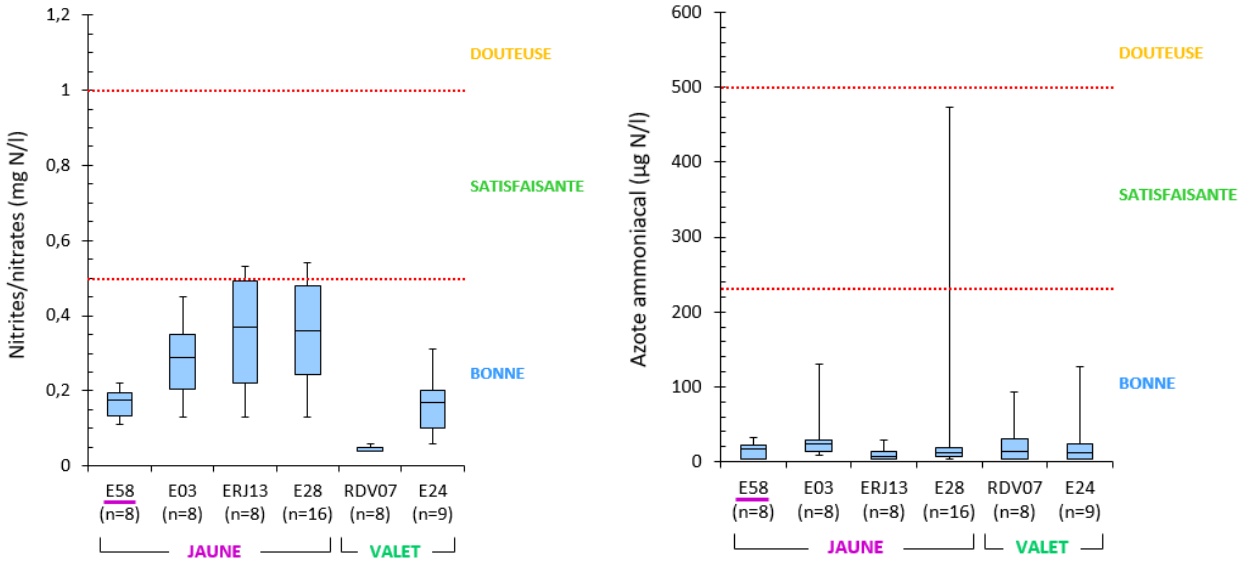


Figure 39 : **Concentrations de nitrites-nitrates et d'azote ammoniacal mesurées dans la rivière Jaune et le ruisseau du Valet en 2017.**

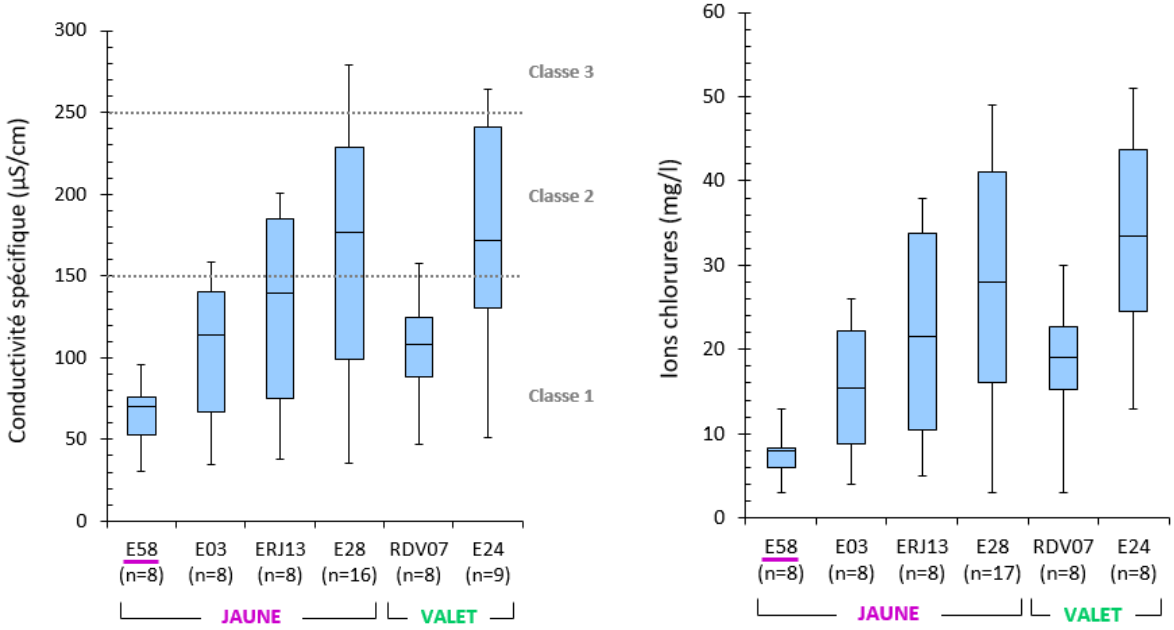


Figure 40 : **Valeurs de conductivité spécifique et concentrations d'ions chlorure mesurées dans la rivière Jaune et le ruisseau du Valet en 2017.**

Tableau 16 : Analyse des données de qualité de l'eau pour le bassin versant de la rivière Jaune en 2017.

Station/ cours d'eau	Paramètre(s)	Fréquence des dépassements	Date(s)	Explications (événements, pluviométrie, etc.)
E58 Jaune Ch. du Brûlé	CF (> 1000 UFC/100 ml)	n=1/8	28 juin	28 juin Dépassement associé à un épisode de pluie lors de l'échantillonnage. 16 octobre Dépassement associé à un important épisode de pluie lors de l'échantillonnage. Il y a aussi eu quatre (4) dépassements du seuil de baignade (200 UFC/100 ml); deux en temps de pluie (22 août et 16 octobre) et deux en temps sec (24 juillet et 19 septembre).
	PT (> 30 µg/l)	n=1/8	16 oct.	
E03 Jaune Rue Léo-T.-Julien	PT (> 30 µg/l)	n=1/8	16 oct.	Dépassement associé à un important épisode de pluie lors de l'échantillonnage. Il y a aussi eu quatre (4) dépassements du seuil de baignade; trois en temps de pluie (28 juin, 22 août et 16 octobre) et un en temps sec (24 juillet).
ERJ13 Jaune Côte Bédard	PT (> 30 µg/l)	n=1/8	16 oct.	Dépassement associé à un important épisode de pluie lors de l'échantillonnage. Cet épisode de pluie a également impacté les MES (10,8 mg/l) sans dépasser le seuil de la classe « satisfaisante ». Il y a aussi eu quatre (4) dépassements du seuil de baignade; trois en temps de pluie (28 juin, 22 août et 16 octobre) et un en temps sec (5 juin).
E28 Jaune Rue Jacques-Bédard	PT (> 30 µg/l)	n=2/16	16 oct. 30 oct.	16 octobre Dépassement associé à un important épisode de pluie lors de l'échantillonnage. Cet épisode de pluie a également impacté les MES (13 mg/l) sans dépasser le seuil de la classe « satisfaisante ». 30 octobre Dépassements associés à d'importants épisodes de pluie lors de l'échantillonnage. Une valeur de 13 mg/l a également été mesurée lors de la sortie du 16 octobre. Il y a aussi eu dix (10) dépassements du seuil de baignade; six en temps de pluie (13 juin, 28 juin, 22 août,5 sept., 16 oct. et 31 oct.) et quatre en temps sec (19 juillet, 24 juillet, 10 août et 2 octobre). Trois (3) valeurs plus élevées de composés azotés ont été mesurées les 13 juin (pluie) et 24 juillet (temps sec).
	MES (> 13 mg/l)	n=1/16	30 oct.	
RDV07 du Valet	Aucun dépassement	n=0/8		

Ch. de l'Engoulevent				
E24 du Valet Ch. des Chalets	CF (> 1000 UFC/100 ml)	n=1/8	24 juil.	<u>24 juillet</u> Dépassement associé à un temps sec (9800 UFC/100 ml). Cause exacte inconnue, mais l'enquête sur le ruisseau du Valet de 2011 a permis d'identifier les sources possibles de contamination.
	PT (> 30 µg/l)	n=1/8	16 oct.	<u>16 octobre</u> Dépassement associé à un important épisode de pluie lors de l'échantillonnage. Il y a aussi eu deux (2) dépassements du seuil de baignade en temps de pluie (22 août et 16 octobre).

4.4.1 Résumé des résultats d'analyse pour le bassin versant de la rivière Jaune

Les résultats des analyses démontrent les constats suivants[17]:

- **Rivière Jaune**
  - **E58** : Les valeurs moyennes pour les différents paramètres correspondent à une eau de qualité « bonne » à « satisfaisante ». Toutefois, deux dépassements (CF et PT) ont été mesurés au cours de la saison d'échantillonnage. De plus, quatre dépassements du seuil de baignade (200 UFC/100 ml) ont été mesurés en 2017.
  - **E03** : Les valeurs moyennes pour les différents paramètres correspondent à une eau de qualité « bonne » à « satisfaisante ». Toutefois, un dépassement (PT) a été mesuré au cours de la saison d'échantillonnage. De plus, quatre (4) dépassements du seuil de baignade ont été mesurés en 2017. En 2010, 2011, 2013 et 2015, les concentrations de CF étaient maximales pour de faibles débits. En 2017, il y a eu des concentrations de CF élevées pour de faibles débits, mais contrairement aux années précédentes, la concentration de CF la plus élevée a été mesurée lors du débit le plus élevé (Annexe 7.10).
  - **ERJ13** : Les valeurs moyennes pour les différents paramètres correspondent à une eau de qualité « bonne » à « satisfaisante ». Toutefois, un dépassement (PT) a été mesuré au cours de la saison d'échantillonnage. De plus, quatre (4) dépassements du seuil de baignade ont été mesurés en 2017.
  - **E28** : Les valeurs moyennes pour les différents paramètres correspondent à une eau de qualité « bonne » à « satisfaisante ». Toutefois, trois dépassements (2 PT et 1 MES) a été mesuré au cours de la saison d'échantillonnage. La fréquence des dépassements du seuil de CF pour la baignade (200 UFC/100 ml) a augmenté en 2017 (63% des résultats) comparativement à 2015 (27 % des résultats). La fréquence de dépassement de 2017 est semblable à celle de 2013 (64 % des résultats).

[17] L'année 2017 était une année d'échantillonnage de transition afin de répondre aux besoins des différents projets de l'APEL et de ses partenaires. Il en a résulté un nombre de sorties réduit de moitié pour plusieurs stations rivières (n=8 au lieu de 16).

- Augmentation amont-aval des MES, de NT et des nitrites-nitrates. Pas de tendance nette pour les CF, le PT et l'azote ammoniacal.
- Augmentation amont-aval significative de la conductivité spécifique et des ions chlorure. Ainsi, bien que les concentrations en éléments nutritifs de la rivière Jaune restent satisfaisantes dans l'ensemble, il y a une augmentation globale de la charge ionique.

Ruisseau du Valet

- **RDV07** : Les valeurs moyennes pour les différents paramètres correspondent à une eau de qualité « bonne ». Aucun dépassement.
- **E24** : Les valeurs moyennes pour les différents paramètres correspondent à une eau de qualité « bonne » à « douteuse ». Deux dépassements (CF et PT) ont été mesurés au cours de la saison d'échantillonnage.
- Augmentation amont-aval des CF, du PT, des MES, de NT et des nitrites-nitrates. Pas de tendance nette pour l'azote ammoniacal.
- Augmentation amont-aval significative de la conductivité spécifique et des ions chlorure. Une conductivité spécifique relativement élevée (moyenne de 190 µS/cm en 2017) dans ce ruisseau est signe de problématiques diverses qui ont été identifiées durant l'enquête sur le ruisseau du Valet en 2011 (APEL, 2011). La concentration élevée en ions chlorure du lac Clément est aussi un élément expliquant la conductivité spécifique plus élevée.

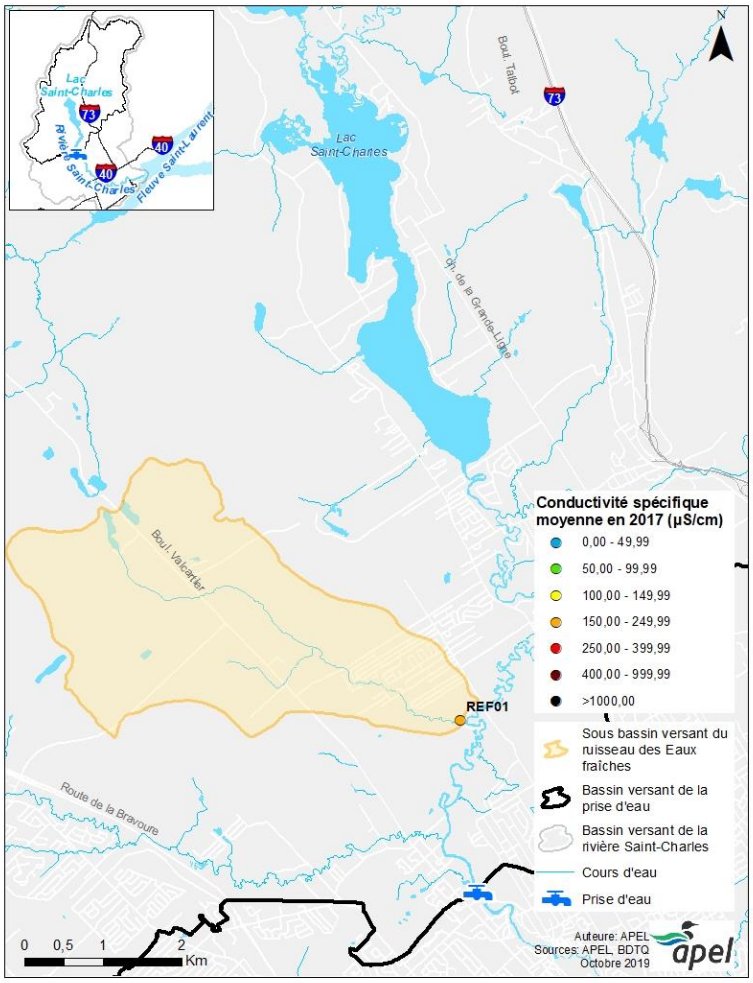
Les sources possibles des dépassements de seuils pour les CF ont été identifiées au cours de l'enquête sur la rivière Jaune en 2013 (APEL, 2014b). En temps de pluie, ce sont principalement les rejets des conduites pluviales et les événements de surverse qui sont responsables des contaminations. Comme les dépassements ont lieu également en temps sec, la possibilité d'une contamination par des installations septiques ne peut être exclue. Il est à noter qu'en 2017, aucun dépassement de CF (> 1000 UFC/100 ml) n'a été mesuré aux stations E03, ERJ13, E28 et RDV07. Seuls deux dépassements de ce seuil ont été mesurés aux stations E58 (1200 UFC/100 ml) et E24 (9800 UFC/100 ml). Les concentrations en CF étaient supérieures au seuil de baignade (> 200 UFC/ 100 ml) dans 63% des cas pour la station E58, 50% des cas pour la station E03, 50% des cas pour la station ERJ13, 63% des cas pour la station E28 et 38% des cas pour la station E24.

4.5 Bassin versant du ruisseau des Eaux Fraîches

Le Tableau 17 présente la station d'échantillonnage visitée en 2017 dans le bassin versant du ruisseau des Eaux Fraîches. Il présente la justification de la station ainsi qu'une brève description.

Tableau 17 : Station d'échantillonnage située dans le bassin versant du ruisseau des Eaux Fraîches.

Station (APEL)	Cours d'eau associé	Justification	Localisation
REF01	Ruisseau des Eaux Fraîches	Station en aval du bassin versant du ruisseau des Eaux Fraîches juste avant sa confluence avec la rivière Saint-Charles (station intégratrice).	Ponceau sur la rue des Amélanchiers.



La carte de la Figure 41 présente la localisation des stations d'échantillonnage du bassin versant du ruisseau des Eaux Fraîches et les valeurs moyennes de conductivité spécifique mesurées en 2017. Les Figures 42 à 45 représentent les résultats de qualité de l'eau sous forme de graphiques en boîtes. Le graphique pour la turbidité est présenté à l'Annexe 7.4. Le Tableau 18 présente, par station, un résumé des dépassements des critères de qualité de l'eau dans le bassin versant du ruisseau des Eaux Fraîches, d'amont en aval.

Figure 41 : Représentation cartographique de la valeur moyenne de conductivité spécifique mesurée dans le ruisseau des Eaux Fraîches en 2017[18].

[18] La classification utilisée pour la cartographie diffère de celle présentée au Tableau 8. La classification pour la cartographie est utilisée à titre indicatif et le nombre plus élevé de classes permet de mieux visualiser la variation spatiale au sein du bassin versant.

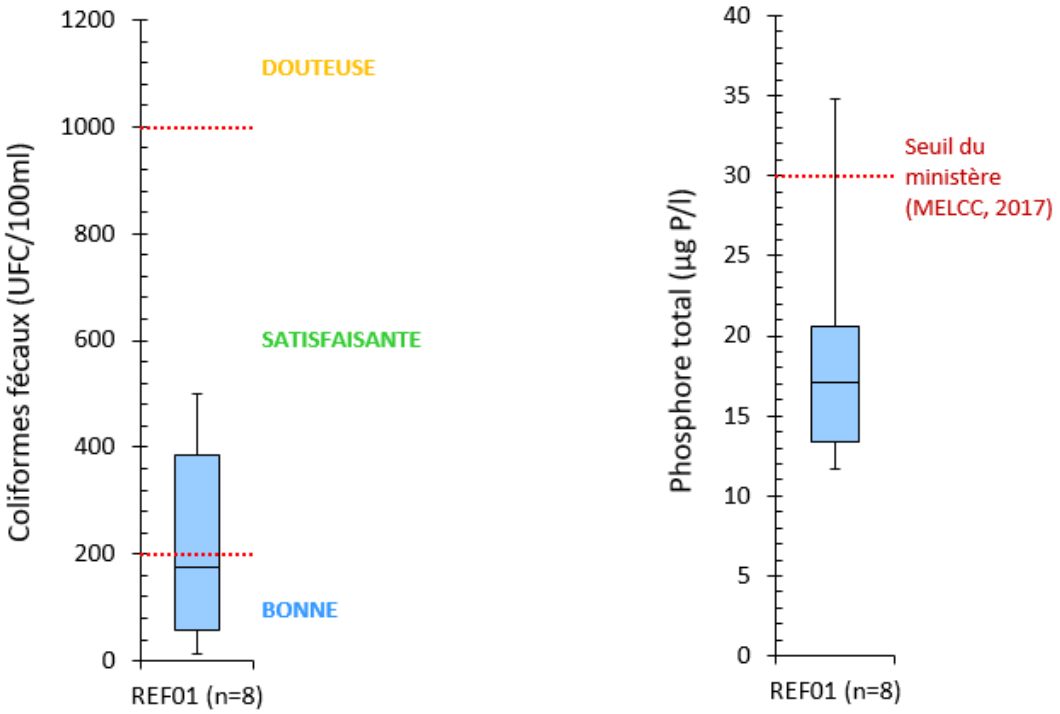


Figure 42 : Concentrations de CF et de PT mesurées dans le ruisseau des Eaux Fraîches en 2017.

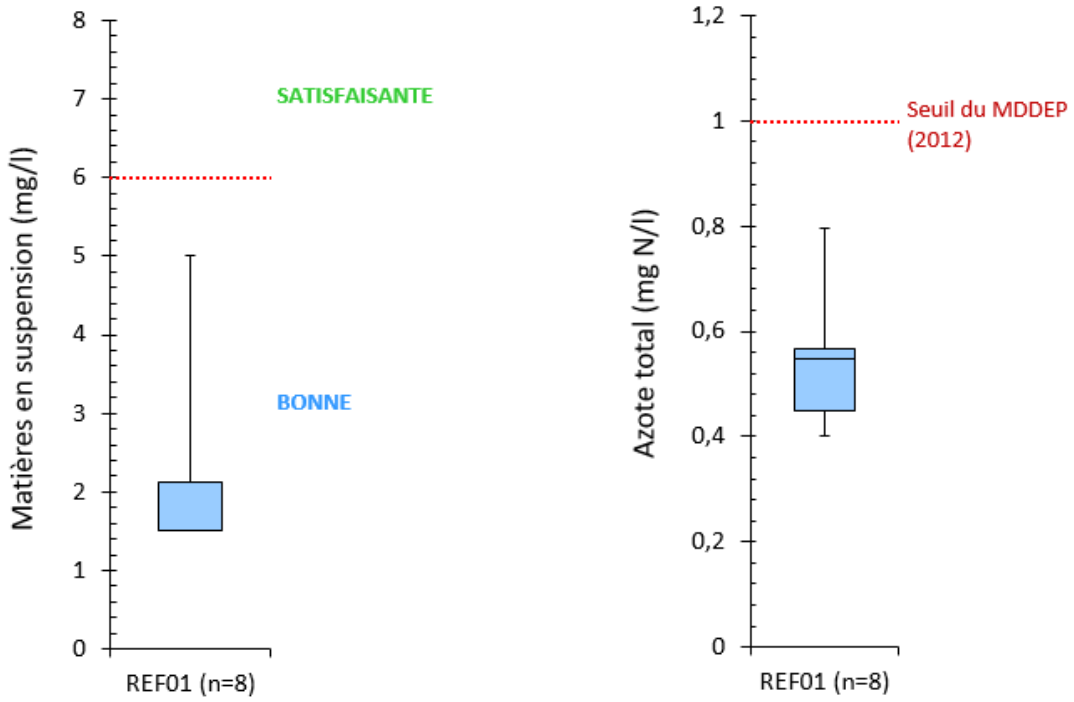


Figure 43 : Concentration de MES et de NT mesurées dans le ruisseau des Eaux Fraîches en 2017.

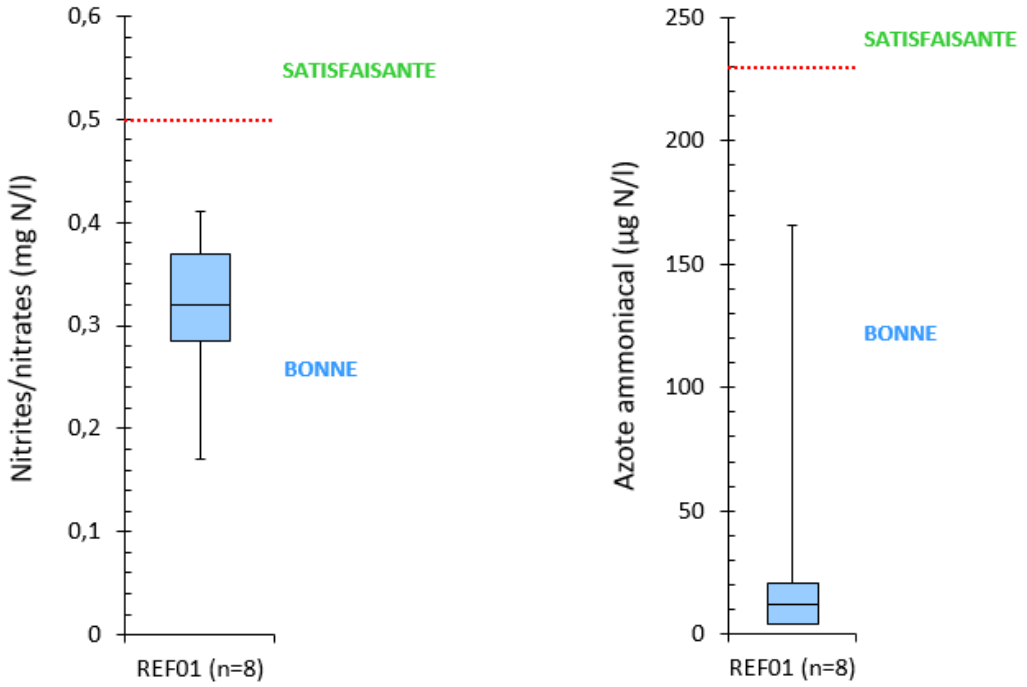


Figure 44 : Concentrations de nitrites-nitrates et d'azote ammoniacal mesurées dans le ruisseau des Eaux Fraîches en 2017.

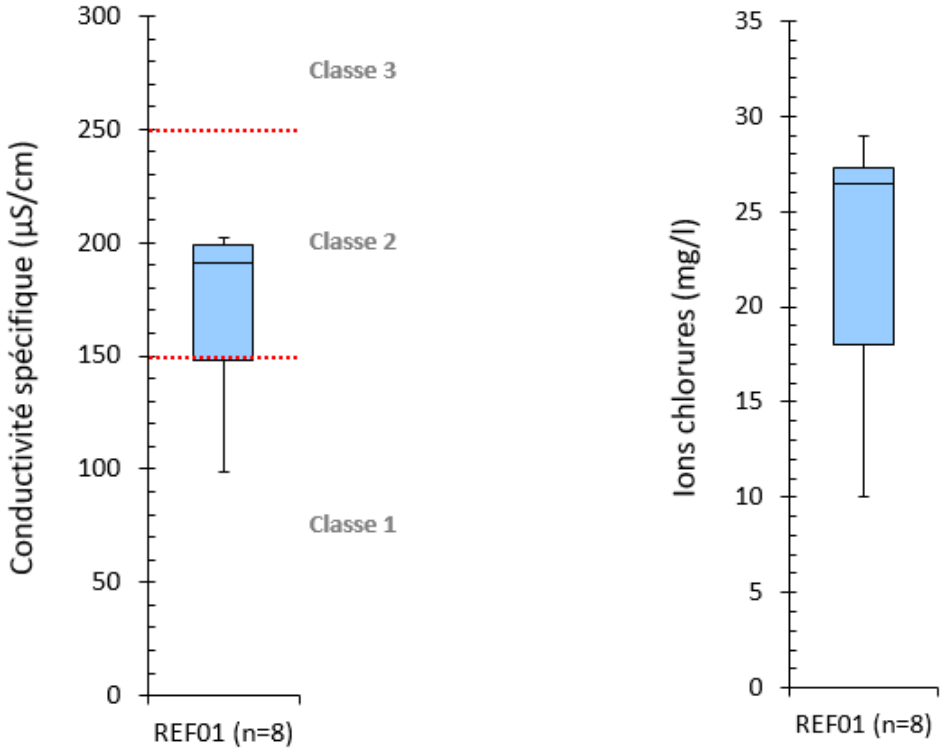


Figure 45 : Valeurs de conductivité spécifique et concentrations d'ions chlorure mesurées dans le ruisseau des Eaux Fraîches en 2017.

Tableau 18 : Analyse des données de qualité de l'eau pour le bassin versant du ruisseau des Eaux Fraîches en 2017.

Station/ cours d'eau	Paramètre(s)	Fréquence des dépassements	Date(s)	Explications (événements, pluviométrie, etc.)
REF01 Eaux Fraîches Rue des Amélanchiers	PT (> 30 µg P/l)	n=1/8	16 oct.	Dépassement associé à un important épisode de pluie lors de l'échantillonnage. Il y a aussi eu quatre (4) dépassements du seuil de baignade; trois en temps de pluie (28 juin, 22 août et 16 octobre) et un en temps sec (24 juillet).

4.5.1 Résumé des résultats d'analyse pour le bassin versant du ruisseau des Eaux Fraîches

Les résultats d'analyses montrent les constats suivants[19] :

- **REF01, ruisseau des Eaux Fraîches** : Les valeurs moyennes pour les différents paramètres correspondent à une eau de qualité « bonne » à « satisfaisante ». Un dépassement (PT) a été mesuré au cours de la saison d'échantillonnage.
- Bien que le seuil de CF de 1000 UFC/100 ml n'a pas été dépassé, quatre (4) dépassements du seuil de baignade (200 UFC/100 ml) ont été mesurés. Ces derniers ont été mesurés lors de conditions de pluviométrie variée ; sec, faible pluie, pluie et forte pluie. La pluviométrie n'explique donc pas à elle seule tous les dépassements. La cause du dépassement en temps sec reste inconnue.
- En 2017, seulement un dépassement du seuil de PT (> 30 µg/l) a été mesuré comparativement à trois en 2015. Aucun dépassement du seuil de PT en 2013. La concentration moyenne de PT en 2017 (18,6 µg/l) est semblable à celle de 2013 (19,4 µg/l), mais plus faible que celle de 2015 (26,4 µg/l).
- Aucun dépassement du seuil pour les MES (> 13 mg/l) n'a été mesuré.
- Comme en 2015, aucune concentration élevée en composés azotés n'a été mesurée.
- En 2017, moins de dépassements de seuils ont été mesurés comparativement à 2015. Il semble que les actions prises suite au rapport d'enquête sur le ruisseau des Eaux Fraîches aient contribué à l'amélioration de la qualité de l'eau du ruisseau des Eaux Fraîches (APEL, 2010).

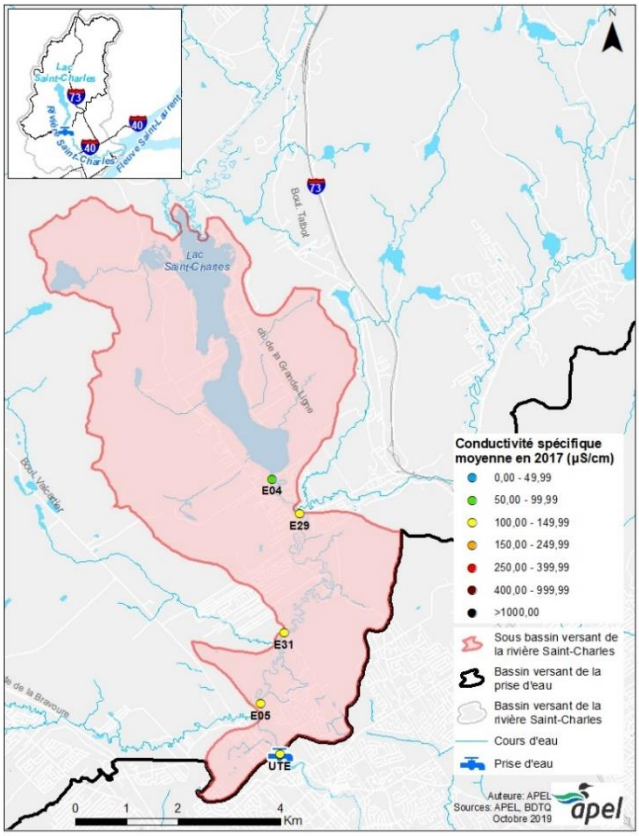
[19] L'année 2017 était une année d'échantillonnage de transition afin de répondre aux besoins des différents projets de l'APEL et de ses partenaires. Il en a résulté un nombre de sorties réduit de moitié pour plusieurs stations rivières (n=8 au lieu de 16).

4.6 Bassin versant de la rivière St-Charles

Le Tableau 19 présente les stations d'échantillonnage visitées en 2017 dans le bassin versant de la rivière St-Charles (d'amont en aval). Il inclut la justification de chaque station, ainsi qu'une brève description de leur localisation. Dans le tableau, la station soulignée correspond à la station témoin.

Tableau 19 : Stations d'échantillonnage situées dans le bassin versant de la rivière St-Charles.

Station (APEL)	Cours d'eau associé	Justification	Localisation
E04	Rivière St-Charles	Station témoin en aval du lac Saint-Charles. Connaître la qualité de l'eau du lac Saint-Charles.	Sur le pont de la rue Delage.
E29	Rivière St-Charles	En amont de la confluence avec le ruisseau des Eaux Fraîches et en aval de la confluence avec la rivière Jaune. En aval d'un secteur urbanisé de la rivière.	Sur le pont sur la rue Jacques-Bédard.
E31	Rivière St-Charles	Station ajoutée pour l'étude du réseau trophique.	Sur le pont à Patates du boulevard de la Colline.
E05	Rivière St-Charles	Station en amont de la confluence avec la rivière Nelson.	Au bout de la rue de la Rivière-Nelson.
UTE	Rivière St-Charles	Station située à l'UTE (usine de traitement d'eau) de la Ville de Québec.	Au bout de la rue de la Prise d'eau.



La carte de la Figure 46 présente la localisation des stations d'échantillonnage du bassin versant de la rivière Saint-Charles et les valeurs moyennes de conductivité spécifique mesurées en 2017. Les Figures 47 à 50 représentent les résultats de qualité de l'eau sous forme de graphiques en boîtes. Le graphique pour la turbité est présenté à l'Annexe 7.4. Le Tableau 20 présente, par station, un résumé des dépassements des critères de qualité de l'eau dans le bassin versant de la rivière Saint-Charles, d'amont en aval.

Figure 46 : Représentation cartographique des valeurs moyennes de conductivité spécifique mesurées dans la rivière St-Charles en 2017[20].

[20] La classification utilisée pour la cartographie diffère de celle présentée au Tableau 8. La classification pour la cartographie est utilisée à titre indicatif et le nombre plus élevé de classes permet de mieux visualiser la variation spatiale au sein du bassin versant.

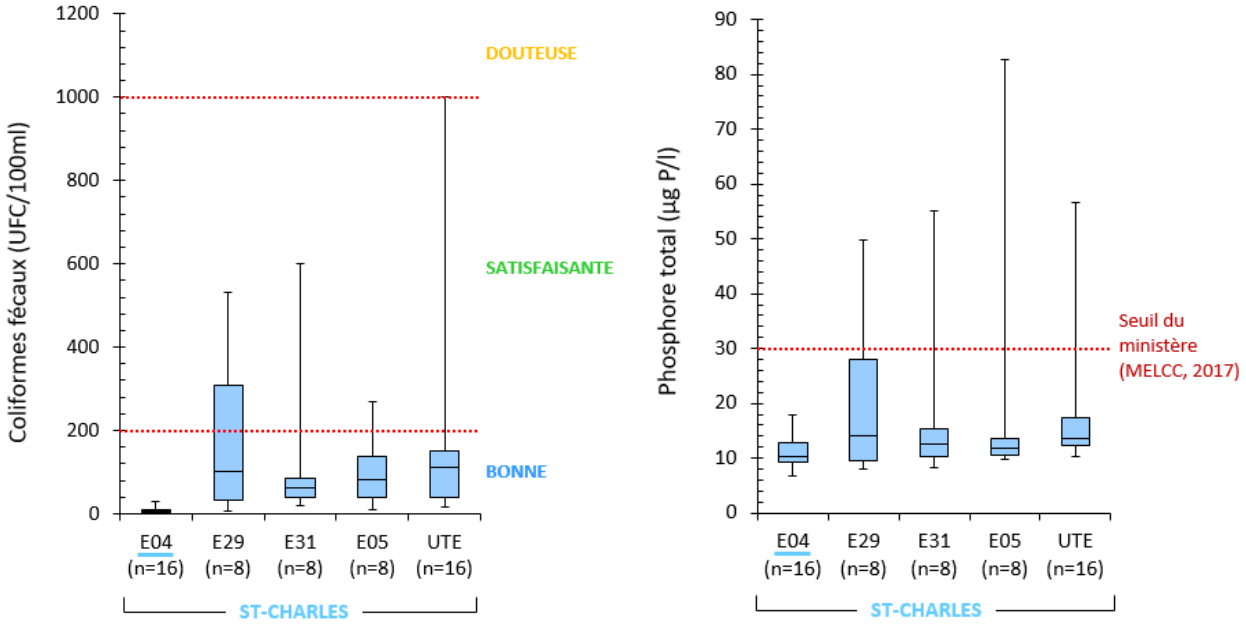


Figure 47 : Concentrations de CF et de PT mesurées dans la rivière St-Charles en 2017.

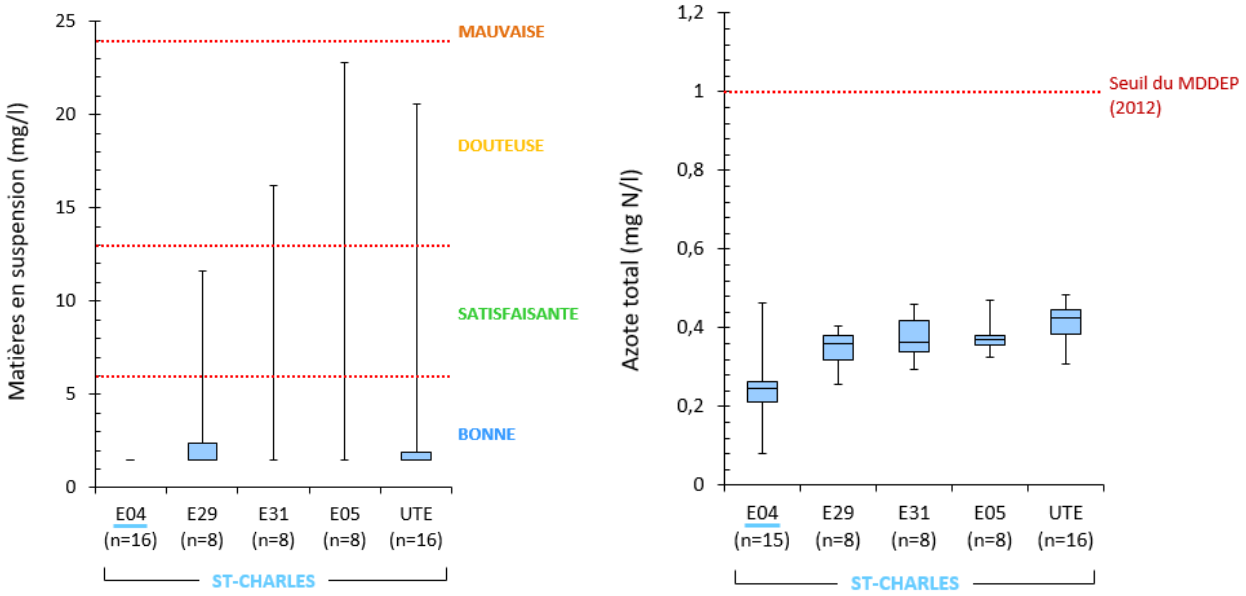


Figure 48 : Concentrations de MES et d'azote total mesurées dans la rivière Saint-Charles en 2017.

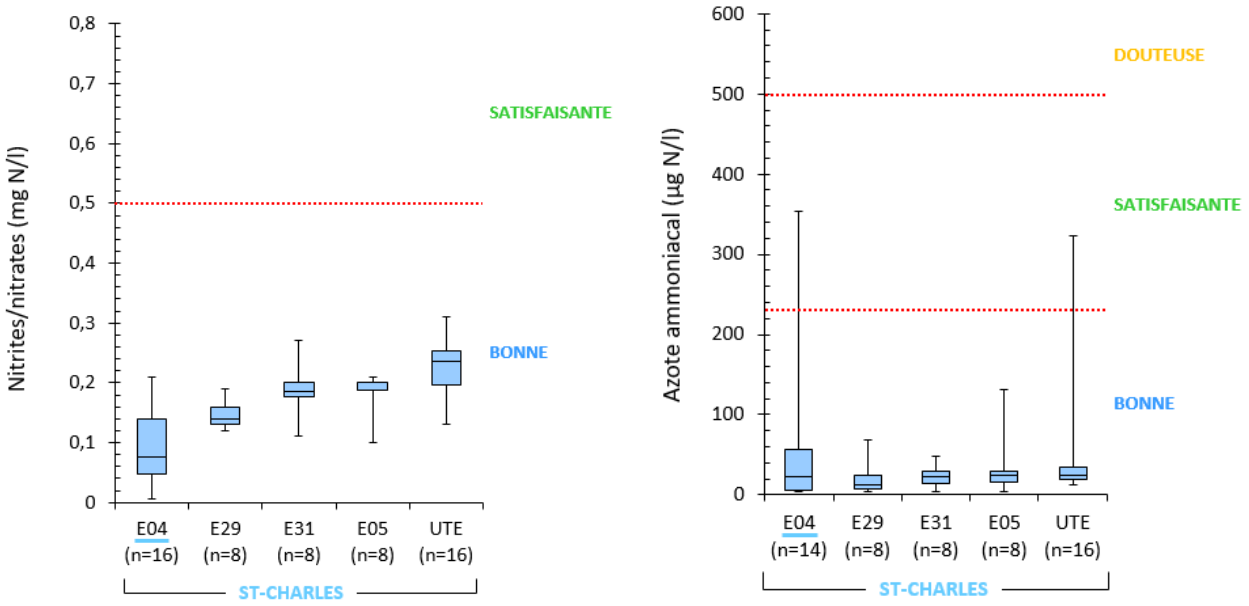


Figure 49 : Concentrations de nitrites-nitrates et d'azote ammoniacal dans la rivière St-Charles en 2017.

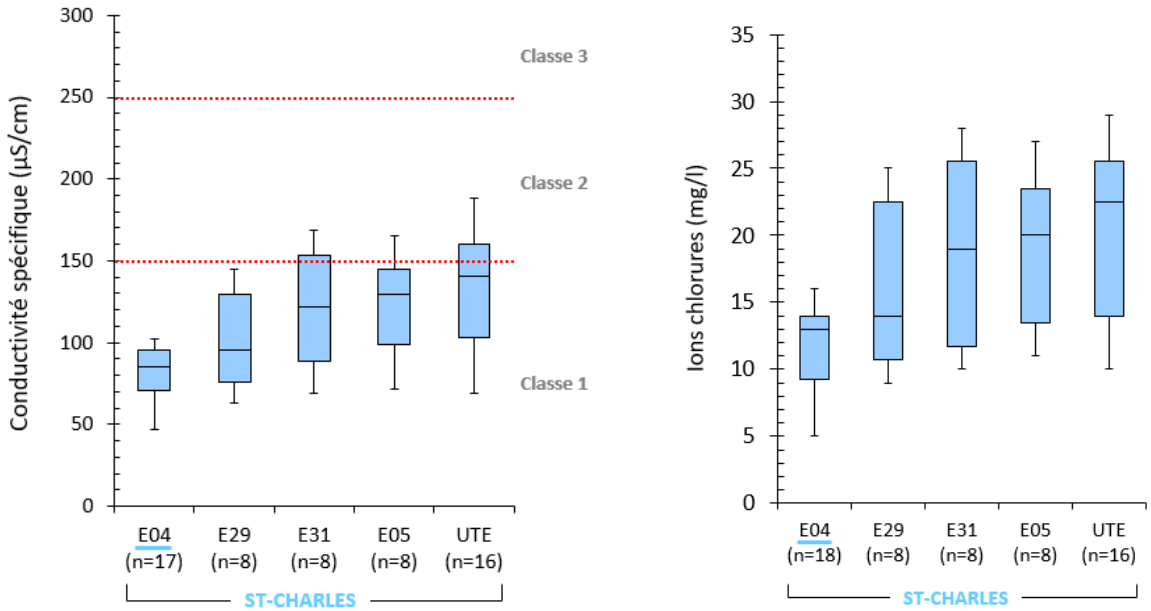


Figure 50 : Valeurs de conductivité spécifique et concentrations d'ions chlorure mesurées dans la rivière St-Charles en 2017.

Tableau 20 : Analyse des données de qualité de l'eau pour le bassin versant de la rivière St-Charles en 2017.

Station/ cours d'eau	Paramètre(s)	Fréquence des dépassements	Date(s)	Explications (événements, pluviométrie, etc.)
E04 **St-Charles** Rue Delage	Aucun dépassement	n=0/16		
E29 **St-Charles** Rue Jacques-Bédard	PT (> 30 µg P/l)	n=2/16	28 juin 22 août	Dépassements associés à des épisodes de pluie d'intensité variée. Il y a aussi eu trois (3) dépassements du seuil de baignade (200 UFC/100 ml); deux en temps de pluie (28 juin et 16 octobre) et un en temps sec (5 juin).
E31 **St-Charles** Boul. de la Colline	PT (> 30 µg P/l)	n=1/16	16 oct.	Dépassements associés à un important épisode de pluie lors de l'échantillonnage. Cet épisode de pluie a également impacté les CF (600 UFC/100 ml). Dépassement du seuil de baignade sans excéder le seuil de la classe « satisfaisante ».
	MES (> 13 mg/l)	n=1/16	16 oct.	
E05 **St-Charles** Rue de la Rivière-Nelson	PT (> 30 µg P/l)	n=1/16	16 oct.	Dépassements associés à un important épisode de pluie lors de l'échantillonnage. Il y a aussi eu un dépassement du seuil de baignade le 22 août (épisode de pluie lors de l'échantillonnage).
	MES (> 13 mg/l)	n=1/16	16 oct.	
UTE **St-Charles** Rue de la Prise d'eau	PT (> 30 µg P/l)	n=1/16	16 oct.	Dépassements associés à un important épisode de pluie lors de l'échantillonnage. Il y a aussi eu trois (3) dépassements du seuil de baignade en temps de pluie d'intensité variée (13 juin, 16 octobre et 30octobre).
	MES (> 13 mg/l)	n=1/16	16 oct.	

4.6.1 Résumé des résultats d'analyse pour le bassin versant de la rivière Saint-Charles

Les résultats des analyses démontrent les constats suivants [21] :

- **E04, rivière Saint-Charles** : Les valeurs moyennes pour les différents paramètres correspondent à une eau de qualité « bonne ». Aucun dépassement.
- **E29, rivière Saint-Charles** : Les valeurs moyennes pour les différents paramètres correspondent à une eau de qualité « bonne ». Toutefois, deux dépassements (PT) ont été mesurés au cours de la saison d'échantillonnage.
- **E31, rivière Saint-Charles** : Les valeurs moyennes pour les différents paramètres correspondent à une eau de qualité « bonne ». Toutefois, deux dépassements (PT et MES) ont été mesurés au cours de la saison d'échantillonnage.
- **E05, rivière Saint-Charles** : Les valeurs moyennes pour les différents paramètres correspondent à une eau de qualité « bonne ». Toutefois, deux dépassements (PT et MES) ont été mesurés au cours de la saison d'échantillonnage. Une amélioration globale de la qualité bactériologique est observée depuis 2008 (Annexe 7.11).
- **UTE, rivière Saint-Charles** : Les valeurs moyennes pour les différents paramètres correspondent à une eau de qualité « bonne ». Toutefois, deux dépassements (PT et MES) ont été mesurés au cours de la saison d'échantillonnage.
- Aucun dépassement du seuil de 1000 UFC/100 ml n'a été mesuré, mais des dépassements du seuil de baignade ont eu lieu aux stations E29 (3), E31 (1), E05 (1) et UTE (3).
- En 2017, les concentrations en PT de la rivière Saint-Charles (stations E04, E29 et E05) étaient plus élevées qu'en 2015.
- Aucun dépassement de composés azotés. Toutefois, une augmentation amont-aval de l'azote total et des nitrites-nitrates a été observée.
- La conductivité spécifique connaît une progression de l'amont vers l'aval dans la rivière Saint-Charles, tout comme la concentration d'ions chlorure.

[21] L'année 2017 était une année d'échantillonnage de transition afin de répondre aux besoins des différents projets de l'APEL et de ses partenaires. Il en a résulté un nombre de sorties réduit de moitié pour plusieurs stations rivières (n=8 au lieu de 16).

5 Conclusions et recommandations

En 2017, l'APEL procédait à la quatrième campagne d'échantillonnage de son programme de suivi bisannuel des cours d'eau du bassin versant de la rivière Saint-Charles qui a débuté en 2011. Ce suivi à long terme avait été instauré suite à l'*Étude limnologique du haut-bassin de la rivière Saint-Charles* (APEL, 2009), dont les travaux terrain se sont étalés de 2007 à 2009. La majorité des stations visitées sont donc les mêmes depuis 2007. Néanmoins, le réseau des stations, le nombre de paramètres et le nombre de visites ont été peu à peu bonifiés au fil du temps.

En 2017, comme en 2015, seules les stations situées en amont de la prise d'eau de Québec ont été échantillonnées. L'année 2017 était une année d'échantillonnage de transition afin de répondre aux besoins des différents projets de l'APEL et de ses partenaires (composés émergents, isotopes, réseau trophique, etc.). C'est pour cette raison qu'il y a eu une alternance entre le suivi rivières et le suivi tributaires. Les stations présentes dans ces deux suivis donc été visitées à 16 reprises alors que celles seulement présentes dans le suivi rivières ont été visitées à 8 reprises.

Dans l'ensemble, les résultats sur la qualité de l'eau de 2017, résumés ci-après par sous-bassin, sont cohérents avec ceux obtenus depuis 2007. Quelques détériorations ponctuelles ont été constatées, mais également plusieurs améliorations. Les efforts de la Ville de Québec en ce qui a trait à la détection et la réparation de branchements croisés et d'égouts défectueux, ainsi qu'à l'application des recommandations des rapports d'enquête et des rapports du suivi des rivières ont été fructueux.

5.1 Bassin versant de la rivière des Hurons

Le prolongement de la route 175 continue d'impacter la conductivité spécifique mesurée dans la rivière Noire.

Pour la rivière Hibou, la qualité de l'eau est meilleure en 2017 comparativement aux années antérieures puisque l'intensité des travaux d'infrastructures du Domaine des Grands Ducs a diminué.

Les concentrations de MES dans le ruisseau des Trois-Petits-Lacs ont diminué en 2017.

Quelques données plus élevées de composés azotés ont été mesurées dans la rivière Hibou et le ruisseau des Trois-Petits-Lacs en 2017. La cause reste inconnue.

Tout comme en 2011, en 2013 et en 2015, on continue d'observer une problématique de contamination fécale en aval de la station E10 (rivière des Hurons), dont les effets se font sentir aux stations E51 et E07 en aval.

La station d'épuration des eaux usées de la Municipalité de Stoneham-et-Tewkesbury respecte les normes du ministère pour les MES en tout temps. Toutefois, la majorité des données de phosphore total et de composés azotés dépassent les seuils recommandés en amont d'un lac considéré prioritaire.

5.2 Bassin versant du lac Delage

En 2017, un écoulement inverse vers le lac Delage a été détecté à quatre reprises (18 juillet, 27 juillet, 23 août et 31 octobre) au cours de la saison d'échantillonnage. Lors de ces inversions, le lac Delage est impacté par les rejets de la station d'épuration des eaux usées de Lac-Delage (effet sur les CF, le PT et les composés azotés). Ce constat avait déjà été fait en 2011, 2012, 2013, 2014 et 2015. La station d'épuration des eaux usées de Lac-Delage respecte les normes du ministère concernant les MES en tout temps à l'exception du 31 octobre où une valeur de 26,3 mg/l a été mesurée. Toutefois, plusieurs données de phosphore total (38% des données) et la

majorité des données de composés azotés dépassent les seuils recommandés en amont d'un lac considéré prioritaire.

5.3 Bassin versant de la rivière Nelson

De 2007 à 2015, la qualité bactériologique de la rivière Nelson s'est améliorée. Les travaux correctifs au niveau de plusieurs égouts croisés dans le secteur de Val-Bélair ont contribué à cette amélioration. Depuis 2016 toutefois, une légère tendance à la hausse est observée. L'origine de cette contamination reste inconnue.

La densification résidentielle et le développement du réseau routier semblent contribuer à l'augmentation de la conductivité spécifique dans le secteur de Val-Bélair.

5.4 Bassin versant de la rivière Jaune

Une augmentation amont-aval est observée pour les MES, le NT et les nitrites-nitrates. Il n'y a pas de tendance nette pour les CF, le PT et l'azote ammoniacal. Plus de dépassements du seuil de baignade ont été mesurés en 2017. Les sources de contamination peuvent être des événements de surverse, des installations septiques ou encore l'accumulation d'eau souillée (entre autres par la présence d'animaux) dans le réseau d'égout pluvial en temps sec qui est ensuite libérée en temps de pluie tel que décrit dans le rapport d'enquête réalisée sur la rivière Jaune (APEL, 2014b).

La conductivité spécifique du ruisseau du Valet est plus élevée que dans d'autres ruisseaux de ce bassin versant, ce qui peut en partie être attribuable à la contamination du lac Clément par les sels de voirie en amont (APEL, 2011).

5.5 Bassin versant du ruisseau des Eaux Fraîches

En 2017, moins de dépassements de seuils ont été mesurés comparativement à 2015. Il semble que les actions prises suite au rapport d'enquête sur le ruisseau des Eaux Fraîches aient contribué à l'amélioration de la qualité de l'eau du ruisseau des Eaux Fraîches.

5.6 Bassin versant de la rivière St-Charles

Une amélioration globale de la qualité bactériologique est observée dans la rivière Saint-Charles depuis 2008. Des dépassements (PT et MES) ont été mesurés mais globalement la qualité de l'eau est « bonne ».

5.7 Recommandations

Tableau 21 : Recommandations issues du suivi des rivières du haut-bassin versant de la St-Charles en 2017.

Observations/contaminations	Stations	Recommandations
Bassin versant de la rivière des Hurons		
Conductivité spécifique élevée dans la rivière Noire causée par l'utilisation de sels de voirie pour l'entretien hivernal de la route 175 (prolongement qui longe la rivière Noire).	E11	Optimiser les méthodes d'entretien hivernal du nouveau tronçon de la route 175 dans l'ensemble du haut-bassin versant de la rivière Saint-Charles. Poursuivre le suivi des sels de voirie dans le cadre des campagnes d'échantillonnages du lac Saint-Charles et des rivières du bassin versant. Proposer des études sur la qualité des eaux souterraines et les échanges entre la nappe phréatique et les eaux de la rivière. Réaliser une enquête sur la rivière Noire afin d'identifier les sources de contamination.
Indices d'une contamination de la rivière des Hurons par des installations septiques.	E10 E12 E51 E07	Informer la Municipalité des cantons unis de Stoneham-et-Tewkesbury des résultats. Appuyer leurs démarches correctives.
Enrichissement en composés azotés dans la rivière Hibou.	E13 E08	Réaliser une enquête sur la rivière Hibou afin d'identifier les sources de contamination.
Diminution de la concentration moyenne de PT et des MES en 2017 comparativement à 2015. PT 2015 : 15,4 µg P/l PT 2017 : 14,9 µg P/l MES 2015 : 3,6 mg/l MES 2017 : 2,4 mg/l	E01	Poursuivre le suivi.
L'enrichissement en composés azotés identifié en 2011 dans le ruisseau des Trois-Petits-Lacs est toujours présent en 2017.	E15 E09	Réaliser une enquête sur le ruisseau des Trois-Petits-Lacs afin d'identifier les sources de contamination.
La station d'épuration des eaux usées de Stoneham-et-Tewkesbury répond à la norme sur les MES en tout temps. Toutefois, les valeurs de PT et de composés azotés dépassent les seuils recommandés	E55	Informer la Municipalité des cantons unis de Stoneham-et-Tewkesbury et le MELCC des résultats. Perfectionner les installations et améliorer les performances de la station d'épuration.[22] Continuer le suivi de l'effluent.

[22] Un système de traitement tertiaire de déphosphatation par filtration granulaire a été ajouté à la filière de traitement de la station d'épuration. Cette unité est entrée en service au début de l'année 2018.

Observations/contaminations	Stations	Recommandations
en amont d'un lac considéré prioritaire. PT $_{moy}$: 439 µg P/l NT $_{moy}$: 19,8 mg N/l Nitrites/nitrates $_{moy}$: 3,56 mg N/l Azote ammoniacal $_{moy}$: 1767 µg N/l		Les données de 2017 confirment la recommandation de l'APEL, soit le raccordement de la station d'épuration au réseau d'égout collecteur de la Ville de Québec.
Bassin versant du lac Delage		
La station d'épuration des eaux usées de Lac-Delage répond généralement à la norme sur les MES. Un dépassement du seuil de 25 mg/l en MES a toutefois été observé. De plus, les valeurs de PT et de composés azotés dépassent les seuils recommandés en amont d'un lac considéré prioritaire. PT $_{moy}$: 379 µg P/l NT $_{moy}$: 5,86 mg N/l Nitrites/nitrates $_{moy}$: 3,75 mg N/l Azote ammoniacal $_{moy}$: 1271 µg N/l	E54	Informer la Ville de Lac-Delage et le MELCC des résultats. Perfectionner les installations et améliorer les performances de la station d'épuration. Continuer le suivi de l'effluent. Les données de 2017 confirment la recommandation de l'APEL, soit le raccordement de la station d'épuration au réseau d'égout collecteur de la Ville de Québec.
Le lac Delage subit ponctuellement l'influence de la station d'épuration (augmentation du PT, des CF et des composés azotés) lorsque le niveau d'eau du lac Saint-Charles est élevé (débit inversé).	E02	Puisqu'un contrôle du niveau d'eau n'est pas toujours possible, les efforts pour diminuer les rejets de la station d'épuration de Lac-Delage doivent être poursuivis.
Bassin versant de la rivière Nelson		
Problématique de conductivité spécifique dans le bassin versant de la rivière Nelson probablement en partie causée par le tassement de neige souillée près des cours d'eau et l'urbanisation croissante.	E33 E34 E57 P02RN E35 E06	Sensibiliser les opérateurs des véhicules de déneigement municipaux et privés quant à la vulnérabilité des cours d'eau aux sels de voirie, aux abrasifs et sables utilisés pour l'entretien hivernal. Évaluer la possibilité de mettre en œuvre des mesures de réduction et d'optimisation de l'entretien hivernal dans l'ensemble du haut-bassin versant de la rivière Saint-Charles (voir aussi (APEL, 2014a), où plusieurs études de cas sont présentées concernant la réduction de l'utilisation des sels de voirie au Québec). Encadrer le développement dans le bassin versant.
Enrichissement en composés azotés de la rivière Nelson et du ruisseau Savard	E33 E34 E57 P02RN E35	Réaliser une enquête dans le bassin versant de la rivière Nelson afin d'identifier les sources de contamination.

Observations/contaminations	Stations	Recommandations
	E06	
Bassin versant de la rivière Jaune		
La contamination fécale persiste aux stations E03 et E58 en temps de pluie et en temps sec (notamment des dépassements du seuil pour la baignade de 200 UFC/100 ml).	E58 E03	Informer la Municipalité de Lac-Beauport des résultats.
La contamination fécale persiste à la station E28. L'enquête sur les sources de contamination de la rivière Jaune réalisée en 2013 a révélé plusieurs sources de contamination fécale : des installations septiques non conformes, des débordements du réseau sanitaire, le lessivage d'eaux stagnantes lors de pluies et, possiblement, des branchements croisés.	E28	Suivre les recommandations de l'APEL issues de l'enquête sur la rivière Jaune (APEL, 2014b).
La conductivité spécifique du ruisseau du Valet est élevée.	E24 RDV07	Consulter le rapport d'enquête approfondie réalisé par l'APEL (2011) et le rapport sur le lac Clément (APEL, 2013). Appliquer des mesures correctrices.
Bassin versant du ruisseau des Eaux Fraîches		
Tendance à l'amélioration de la qualité de l'eau dans le ruisseau des Eaux Fraîches.	REF01	Consulter le rapport d'enquête approfondie réalisé par l'APEL (2010) et continuer à appliquer des mesures correctrices.
Rivière Saint-Charles en amont de la prise d'eau		
Tendance à l'amélioration de la qualité bactériologique de la rivière Saint-Charles au niveau de la prise d'eau.	E05	Poursuivre le suivi bactériologique au niveau de la prise d'eau. Depuis 2016, un échantillonnage est effectué plus près de la prise d'eau (station UTE). Ce suivi se poursuivra dans les années à venir afin de suivre l'évolution de la qualité bactériologique au niveau de la prise d'eau. La station E05 continuera également d'être suivie afin de poursuivre la série de données historiques.

6 Références

APEL (2009) *Étude limnologique du haut-bassin de la rivière Saint-Charles, rapport final*. Association pour la protection de l'environnement du lac Saint-Charles et des Marais du Nord, Québec, 354 p.

APEL (2010) *Rapport d'enquête sur les sources de contamination du ruisseau des Eaux-Fraîches*. Association pour la protection de l'environnement du lac Saint-Charles et des Marais du Nord, Québec, 38 p.

APEL (2011) *Rapport d'enquête sur les sources de contamination du ruisseau du Valet*. Association pour la protection de l'environnement du lac Saint-Charles et des Marais du Nord, Québec, 51 p.

APEL (2013) *Diagnose du lac Clément - 2012*. Association pour la protection de l'environnement du lac Saint-Charles et des Marais du Nord, Québec, 73 p.

APEL (2014a) *Diagnose du lac Saint-Charles - 2012*. Association pour la protection de l'environnement du lac Saint-Charles et des Marais du Nord, Québec, 549 p.

APEL (2014b) *Rapport d'enquête sur les sources de contamination de la rivière Jaune*. Association pour la protection de l'environnement du lac Saint-Charles et des Marais du Nord, Québec, 37 p.

Behmel, S. (2010) *Proposition d'un programme de suivi de la qualité d'eau à l'échelle du bassin versant de la rivière Saint-Charles*. Québec, Université Laval, 421 p.

Erickson, A. J., Weiss, P. T. and Gulliver, J. S. (2013) *Optimizing stormwater treatment practices - A handbook of assessment and maintenance*. New York: Springer.

Gouvernement du Canada - Environnement et ressourcres naturelles (2013) *Pollution atmosphérique : effets sur le sol et l'eau*. Page consultée le 2 octobre 2019.: [En ligne] https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/pollution-atmospherique/qualite-environnement-economie/ecosysteme/effet-sol-eau.html.

Hébert, S. (1997) *Développement d'un indice de la qualité bactériologique et physico-chimique de l'eau pour les rivières du Québec*. Envirodoq no EN/970102: Ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction des écosystèmes aquatiques.

Lavoie, S. (2019) *Responsable de la station d'épuration des eaux usées*. Communication personnelle en 2019, Ville de Lac-Delage.

MDDELCC (2015) *Position ministérielle sur la réduction du phosphore dans les rejets d'eaux usées d'origine domestique*. Page consultée le 1er octobre 2019.: [En ligne] http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/eaux-usees/reduc-phosphore/index.htm.

MELCC (2017) *Critères de qualité de l'eau de surface*. Page consultée le 1er octobre 2019.: [En ligne] http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/index.asp.

MELCC (2019) *Position sur les normes de performance de la Stratégie pancanadienne pour la gestion des effluents d'eaux usées municipales*. Page consultée le 1er octobre 2019.: [En ligne] http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/eaux-usees/strat-pancan/index.htm.

Pott, R. and Remy, D. (2000) *Gewässer des Binnenlandes - Ôkosyteme Millteleuropas aus geobotanischer*. Eugen Ulmer GmbH & Co., Stuttgart, 255 p.

Schwoerbel, J. and Brendelberger, H. (2005) *Einführung in die Limnologie*. Elsevier Spektrum Akademischer Verlag, München, 340 p.

7 Annexes

7.1 Méthodes de laboratoire utilisées en 2017

Tableau 22 : Résumé des méthodes analytiques utilisées dans les laboratoires de la Ville de Québec dans le cadre du projet de suivi de la qualité de l'eau des rivières du bassin versant de la rivière et du lac Saint-Charles (campagne 2017).

Secteur	Paramètre	Méthode	Principe analytique	Interférence	LDM	Accréditation CEAEQ ISO-17025
Chimie	Azote ammoniacal	ILQ-NH3-AA	L'ion ammonium contenu est analysé au moyen d'un analyseur automatisé par colorimétrie; l'ammoniac réagit avec le salicylate de sodium et l'hypochlorite de sodium en milieu basique tamponné (pH 12,8-13), en présence de nitroferricyanure de sodium, pour former un complexe analogue à l'indophénol bleu. La couleur bleu-vert produite est mesurée à 660 nm. L'analyse quantitative est effectuée par le biais d'une courbe d'étalonnage. Les échantillons ne sont pas distillés préalablement à l'analyse. Si des interférences sont suspectées, l'échantillon sera distillé.	La plupart des interférences peuvent être retirées par le processus de distillation.	8 µg N/l	Non-accrédité
Chimie	Azote total	ILQ-NT	L'échantillon est oxydé dans un premier temps par combustion à 680°C, catalysée par le platine. Durant cette première oxydation, l'azote est oxydé sous forme de monoxyde d'azote. Le monoxyde d'azote produit réagit par la suite avec de l'ozone pour former du dioxyde d'azote sous forme excité. Le photon produit par la	Une présence importante en sulfate dans l'échantillon peut sous-estimer la mesure de l'azote total.	0,08 mg N/l	Non-accrédité

Secteur	Paramètre	Méthode	Principe analytique	Interférence	LDM	Accréditation CEAEQ ISO-17025
Chimie	Azote total dissous		relation de l'énergie du dioxyde d'azote excité est analysé par un détecteur de chimiluminescence dans la plage de 650 à 900 nm. L'analyse quantitative est effectuée par le biais d'une courbe d'étalonnage. L'analyse de l'azote total dissous implique, préalablement à l'analyse de l'échantillon, une filtration de l'échantillon sur un filtre en fibre de verre (calciné et lavé) de 0,7 µm. L'analyse de l'azote total dissous n'a pas été validé spécifiquement.		0,08 mg N/l	Non-accrédité
Chimie	Bromures	ILQ-Anions-Cl	L'échantillon est analysé par chromatographie ionique avec suppresseur de conductivité. La mesure des intensités du signal se fait par un détecteur de conductivité. L'analyse quantitative est effectuée par le biais d'une courbe d'étalonnage pour chacun des éléments analysés.	À priori, il n'y a pas d'interférence significative à cette méthode. Toutefois, il est fortement recommandé de filtrer les échantillons turbides avant l'analyse.	0,002 mg/l	Non-accrédité
Chimie	Fluorures				0,03 mg/l	Non-accrédité
Chimie	Carbone organique total	ILQ-COT	L'échantillon est oxydé dans un premier temps par combustion à 680oC, catalysée par le platine. Le produit de la réaction (dioxyde de carbone) est analysé par un détecteur infra-rouge. L'analyse quantitative est effectuée par le biais d'une courbe d'étalonnage. L'analyse du carbone organique total dissous implique, préalablement à l'analyse de l'échantillon, une filtration de	Tout produit de décomposition ou de combustion, autre que le CO_2, susceptible d'interférer à l'infrarouge. Le CO_2 contenu dans l'air ambiant peut être une source de contamination. Ce type de contamination	0,05 mg C/l	Non-accrédité
Chimie	Carbone organique total dissous				0,1 mg C/l	Non-accrédité

Secteur	Paramètre	Méthode	Principe analytique	Interférence	LDM	Accréditation CEAEQ ISO-17025
			l'échantillon sur un filtre de verre (calciné et lavé) de 0,7 µm.	est limité en scellant les tubes lorsqu'ils sont placés sur l'autoéchantillonneur.		
Chimie	Chlorures	ILQ-Chlorures-AA	Analyse basée sur la substitution du chlorure présent dans l'échantillon au groupement thiocyanate dans la molécule du réactif (thiocyanate de mercure). Les ions thiocyanate libérés réagissent avec des ions ferriques pour former un complexe coloré $[Fe(SCN)]^{2+}$. La concentration de complexe formée est directement proportionnelle à la concentration en chlorure présent dans l'échantillon. L'absorbance de ce complexe est mesurée à 480 nm. L'analyse quantitative est effectuée par le biais d'une courbe d'étalonnage.	A priori, il n'y a pas d'interférence significative à cette méthode. Toutefois, il est fortement recommandé de filtrer les échantillons turbides avant l'analyse.	2 mg/l	Domaine 60
Chimie	Matières en suspension	ILQ-MES	Une portion de l'échantillon est filtrée à travers un filtre Whatman 934–AH préalablement conditionné (lavé, séché à 105 °C et pesé). Lorsque la filtration est terminée, le filtre et le résidu piégé sur le filtre sont séchés à 105 °C puis repesés. La quantité de matières en suspension (MES) est obtenue en faisant la différence des poids. Pour déterminer le taux de matières en suspension volatiles (MESV), le filtre et le résidu sec sont placés dans un four à moufle réglé à 550 °C pendant 2 heures. Le taux de MESV s'obtient en faisant la	Les échantillons contenant plusieurs phases sont sujets à des erreurs de mesure. La présence de résidus hygroscopiques peut induire des biais positifs.	3 mg/l	Non-accrédité

Secteur	Paramètre	Méthode	Principe analytique	Interférence	LDM	Accréditation CEAEQ ISO-17025
			différence entre le poids à 550 °C et celui à 105 °C.			
Chimie	Nitrites-Nitrates	ILQ-NO2+NO3-AA/SE§	Les ions nitrate présents dans l'échantillon sont réduits en ions nitrite lors de leur passage dans une micro-colonne de cadmium granulaire. Les ions nitrite réagissent en milieu acide avec le sulfanilamide et le produit de la réaction est couplé en milieu acide avec le N – (1-naphthyl) éthylènediamine pour former un complexe azonium de couleur rosée. La couleur rose produite est mesurée à 520 nm. L'analyse quantitative est effectuée par le biais d'une courbe d'étalonnage.	La turbidité et les matières en suspension peuvent restreindre le débit dans la colonne de réduction. Des concentrations élevées en fer, en cuivre et autres métaux réduisent l'efficacité de la réaction. Les huiles et les graisses peuvent recouvrir la surface du cadmium et nuire à la réduction des nitrates en nitrites. La présence de chlore résiduel peut interférer en oxydant le cadmium. Les échantillons contenant du sulfure ne peuvent être analysés par cette méthode. Les sulfures doivent être préalablement enlevés par précipitation avec des sels de cadmium.	0,01 mg N/l	Domaine 21

Secteur	Paramètre	Méthode	Principe analytique	Interférence	LDM	Accréditation CEAEQ ISO-17025
Chimie	Phosphore total	ILQ-Ptotal-AA	L'échantillon est d'abord digéré en milieu acide (acide sulfurique et persulfate de potassium) afin d'hydrolyser les formes complexes du phosphore et les transformer en ions orthophosphate. Par la suite, les ions orthophosphate réagissent en milieu acide avec le molybdate d'ammonium et le tartrate d'antimoine et de potassium pour former l'acide phosphomolybdique. L'acide phosphomolybdique réagit par la suite avec l'acide ascorbique pour former le bleu de molybdène. L'intensité de la couleur est mesurée par spectrophotométrie et est directement proportionnelle à la teneur en ions orthophosphate dans l'échantillon. L'analyse quantitative est effectuée par le biais d'une courbe d'étalonnage. L'analyse du phosphore total dissous requiert que l'échantillon soit filtré dès sa réception	Les ions arséniates (à des teneurs de l'ordre de 0,1 mg/l et plus) réagissent avec le réactif de molybdate pour former une coloration semblable à celle produite par l'ion orthophosphate. Le chrome hexavalent et les nitrites interfèrent négativement pour des concentrations aussi faibles que 1 mg/l. Des concentrations aussi élevées que 50 mg/l de Fe^{3+}, 10 mg/l de Cu et 10 mg/l de SiO_2 peuvent être tolérées. Des concentrations plus élevées en silicate causent une interférence positive.	2 µg P/l	Non-accrédité
Chimie	Phosphore total dissous				4 µg P/l	Non-accrédité
Chimie	Orthophosphates	ILQ-OPO4-AA	Les ions orthophosphate contenus dans l'échantillon réagissent en milieu acide avec le molybdate d'ammonium et le tartrate d'antimoine et de potassium pour former l'acide phosphomolybdique. L'acide phosphomolybdique réagit par la suite avec l'acide ascorbique pour former le bleu de molybdène. L'intensité de la	Les ions arséniate (à des teneurs de l'ordre de 0,1 mg/l et plus) réagissent avec le réactif de molybdate pour former une coloration semblable à	3 µg P/l	Non-accrédité

Secteur	Paramètre	Méthode	Principe analytique	Interférence	LDM	Accréditation CEAEQ ISO-17025
Chimie	Orthophosphates solubles ou SRP		couleur est mesurée par spectrophotométrie et est directement proportionnelle à la teneur en ions orthophosphate dans l'échantillon. L'analyse quantitative est effectuée par le biais d'une courbe d'étalonnage. L'analyse des orthophosphates dissous (SRP) requiert que l'échantillon soit filtré dès sa réception.	celle produite par l'ion orthophosphate. Le chrome hexavalent et les nitrites interfèrent négativement pour des concentrations aussi faibles que 1 mg/l. Des concentrations aussi élevées que 50 mg/l de Fe3+, 10 mg/l de Cu et 10 mg/l de SiO2 peuvent être tolérées. Des concentrations plus élevées en silicate causent une interférence positive.	3 µg P/l	Non-accrédité
Chimie	Fer extractibles à l'acide	ILQ-Métaux-MS	Les échantillons sont acidifiés avec de l'acide nitrique ainsi que de l'acide chlohydrique, puis digéré au micro-ondes à 175 °C avant leur analyse par spectrophotométrie d'émission au plasma. La mesure des intensités du signal se fait par un spectromètre de masse selon des masses spécifiques à l'élément analysé. L'analyse quantitative est effectuée par le biais d'une couche d'étalonnage pour chacun des éléments analysés.	Les principales interférences liées à cette méthode sont d'ordres spectrométriques, physiques (obstruction du nébuliseur), chimiques (composés ou oxydes réfractaires) et liés à une forte teneur en solides totaux dissous de l'échantillon.	0,06 mg/l	Domaine 64

Secteur	Paramètre	Méthode	Principe analytique	Interférence	LDM	Accréditation CEAEQ ISO-17025
Chimie	Métaux solubles à l'acide	ILQ-Métaux-MS	Les échantillons sont acidifiés avec de l'acide nitrique (pH < 2) avant leur analyse par spectrophotométrie d'émission au plasma. La mesure des intensités du signal se fait par un spectromètre de masse selon des masses spécifiques à l'élément analysé. L'analyse quantitative est effectuée par le biais d'une courbe d'étalonnage pour chacun des éléments analysés.	Les principales interférences liées à cette méthode sont d'ordres spectrométriques, physiques (obstruction du nébuliseur), chimiques (composés ou oxydes réfractaires) et liés à une forte teneur en solides totaux dissous de l'échantillon.	Relative à l'élément	Non-accrédité
Chimie	Acétaminophène	OEP-Acétaminop-LC	L'échantillon est extrait sur une cartouche SPE (60 mg, 3 ml) de type HLB (Hydrophylic Lipophylic Balance) préalablement conditionnée. Un volume de 10 ml d'échantillon est concentré sur la cartouche et élué gravitairement par deux fractions successives de 3 ml de méthanol. L'éluât recueilli dans un tube à essai est évaporé à sec sous atmosphère d'azote à l'aide d'un évaporateur automatique muni d'un bain chauffant. L'extrait est reconstitué avec un mélange d'eau et d'acétonitrile. L'extrait reconstitué est analysé en chromatographie liquide sous haute pression muni d'une colonne à taille de particules infime. L'identification et la quantification sont assurées par un spectromètre de masse à hautes sensibilité et robustesse. L'analyse	Une suppression ionique peut être causée par l'accumulation de particules ou la prolifération de bactéries dans la colonne chromatographique ayant pour conséquence une diminution du signal.	0,0015 µg/l	NA

Secteur	Paramètre	Méthode	Principe analytique	Interférence	LDM	Accréditation CEAEQ ISO-17025
			quantitative est effectuée par le biais d'une courbe d'étalonnage.			
Chimie	Acide salicyclique	OEP-Emergent-LC	L'échantillon est extrait sur une cartouche SPE (60 mg, 10 ml, adsorbant de type SAX) préalablement conditionnée. Un volume de 10 ml d'échantillon est concentré sur la cartouche et élué gravitairement par deux fractions successives de 3 ml de méthanol. L'extrait est analysé en chromatographie liquide sous haute pression muni d'une colonne à taille de particules infime. L'identification et la quantification sont assurées par un spectromètre de masse à hautes sensibilité et robustesse. L'analyse quantitative est effectuée par le biais d'une courbe d'étalonnage.	Une suppression ionique peut être causée par l'accumulation de particules ou la prolifération de bactéries dans la colonne chromatographique ayant pour conséquence une diminution du signal. La caféine et l'acide salicyclique sont sensibles aux contaminations omniprésentes dans l'environnement lors des manipulations.	0,0092 µg/l	NA
Chimie	Caféine				0,0023 µg/l	
Chimie	Carbamazépine				0,0018 µg/l	
Chimie	Drospirénone				0,003 µg/l	
Chimie	Ibuprofène				0,005 µg/l	
Chimie	Sulfaméthoxazole				0,0012 µg/l	
Microbiologie	Coliformes fécaux	MLQ-Coli fécaux	Différents volumes de l'échantillon sont filtrés sur une membrane stérile de porosité 0,45 µm. Les membranes filtrantes sont ensuite transférées sur des boîtes de Pétri contenant de la gélose m-Fc. Les boîtes de gélose sont ensuite incubées à 44,5 °C ± 0,2 °C pendant 24 heures ± 2 heures. Les colonies typiques bleu foncé sont dénombrées après la période d'incubation, les calculs sont effectués et les résultats sont	La présence de matière en suspension en grande quantité peut colmater les membranes filtrantes et ainsi augmenter la limite inférieure de quantification.	0 UFC/100 ml ou selon les spécifications du projet.	Domaine 30

Secteur	Paramètre	Méthode	Principe analytique	Interférence	LDM	Accréditation CEAEQ ISO-17025
			exprimés en UFC/100 ml, où UFC signifie unité formant des colonies.			
Microbiologie	E. coli	MLQ-Ecoli	L'échantillon est filtré à travers une membrane de porosité de 0,45 µm pour recueillir en surface les bactéries Escherichia coli présentes à l'intérieur de ce dernier. La membrane est ensuite déposée en surface d'un milieu de culture sélectif m-Fc-BCIG et incubée à 44,5 °C ± 0,2 °C pendant 24 heures ± 2 heures, période après laquelle on procède au dénombrement des colonies caractéristiques de couleur turquoise.	La présence de matière en suspension en grande quantité peut colmater les membranes filtrantes et ainsi augmenter la limite inférieure de quantification.	0 UFC/100 ml ou selon les spécifications du projet.	Domaine 30
Microbiologie	Cyanobactéries	MA. 800 – Cya.dep 1.0	Les échantillons sont conservés dans des bouteilles de verre avec du lugol 1% comme préservatif jusqu'au moment de l'analyse. Le volume d'échantillon déterminé est décanté par sédimentation dans une chambre Utermöhl. Le dénombrement et l'identification se font ensuite avec un microscope inversé sous un éclairage CID (contraste interférentiel différentiel) à un grossissement de 400 X. Dans les cas où les cyanobactéries sont très petites, le grossissement utilisé peut aller jusqu'à 600 X. Les résultats sont inscrits sur des feuilles de travail pour être ensuite transférés dans notre base de données. Les résultats sont exprimés en Algue/ml (VE) (Valeur estimée).	La présence de matière de suspension en grande quantité peut rendre le dénombrement et l'identification difficile.	0 algue/ml	NA

7.2 Graphiques de pluviométrie aux stations U901, U911, U925 et U926.

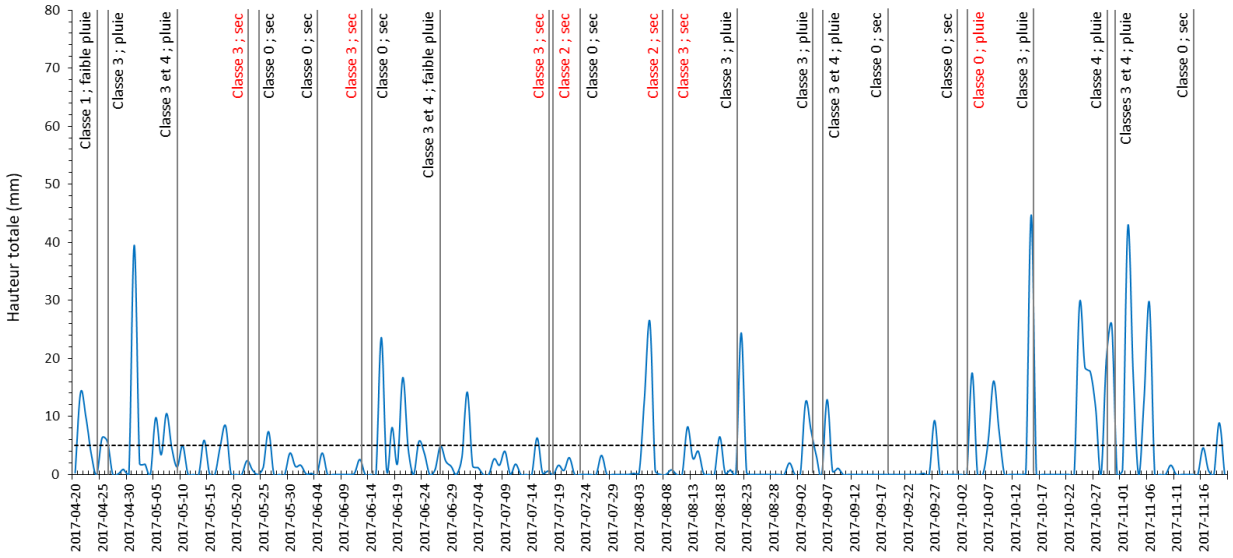


Figure 51 : Pluviométrie à la station U901, Montchatel, en 2017.

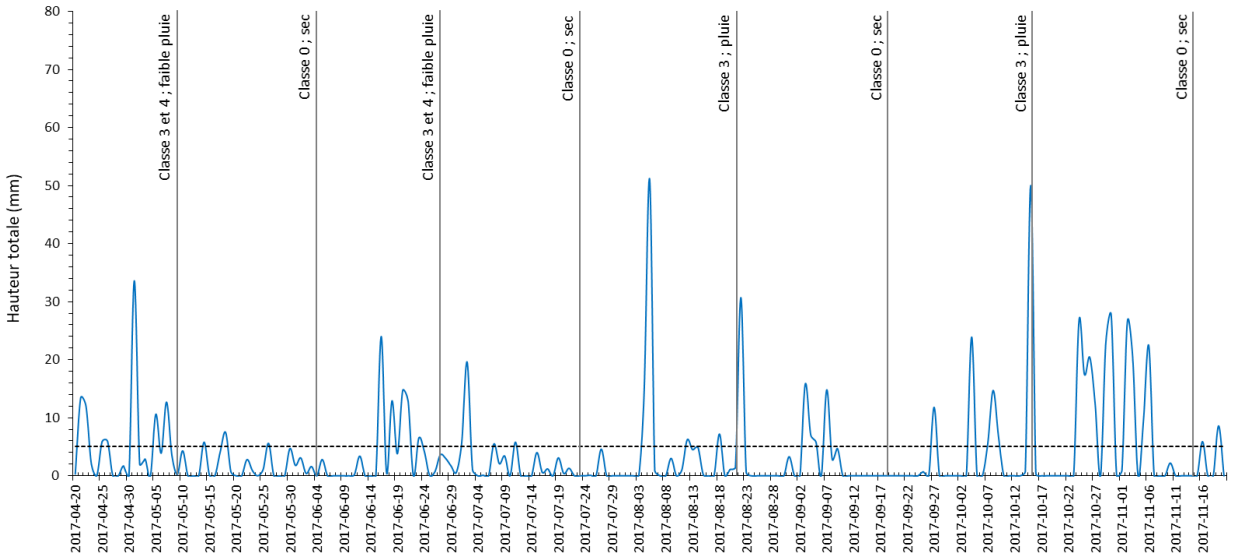


Figure 52 : Pluviométrie à la station U911, poste Honfleur, en 2017.

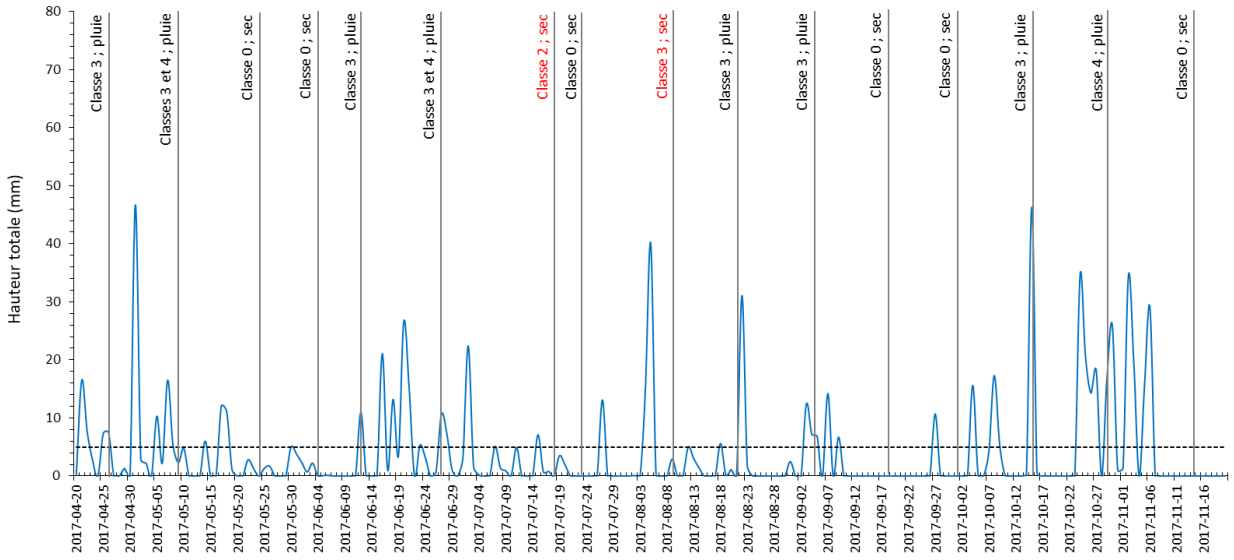


Figure 53 : Pluviométrie à la station U925, bassin de la rivière Jaune, en 2017.

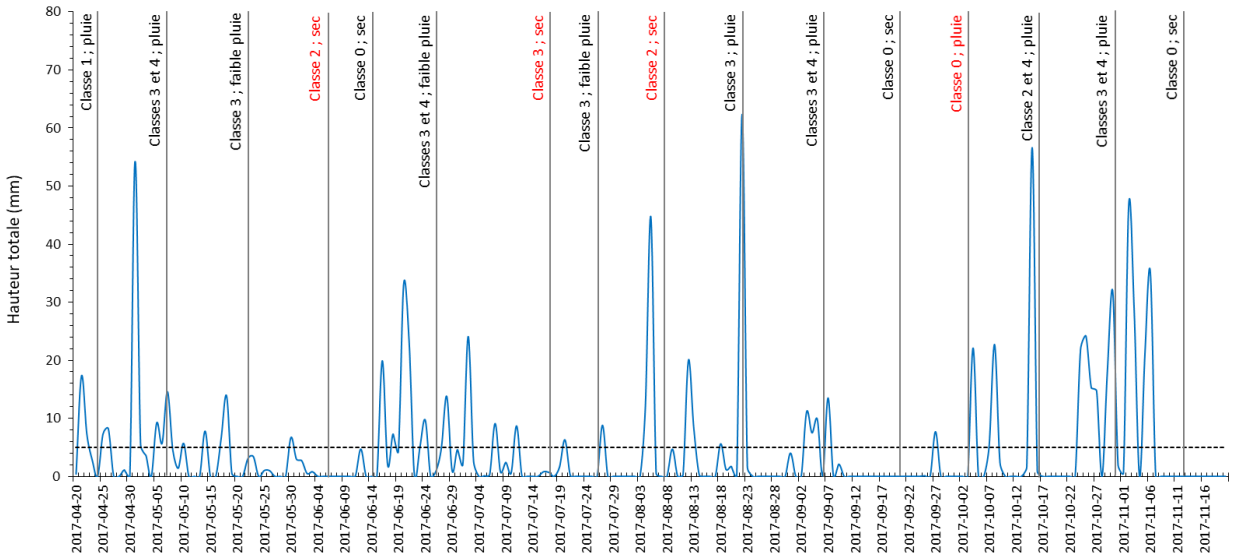


Figure 54 : Pluviométrie à la station U926, bassin de la rivière des Hurons, en 2017.

Pluviométrie qualitative

0	pas de pluie dans les 0 à 48 heures précédant l'échantillonnage (temps sec)
1	il a plu dans les 0 à 48 heures précédant l'échantillonnage (précipitations pendant les deux jours)
2	il a plu dans les 24 à 48 heures précédant l'échantillonnage
3	il a plu dans les 24 dernières
4	il a plu au moment de l'échantillonnage

Pluviométrie quantitative

Temps sec	0 à 4,9 mm dans les 0 à 48 heures précédant l'échantillonnage ou > 48 h sans précipitation
Faible pluie	5 à 9,9 mm dans les 0 à 48 heures précédant l'échantillonnage
Pluie	10 mm ou plus dans les 0 à 48 heures précédant l'échantillonnage.

7.3 Méthodes de mesure des débits

7.3.1 Méthode 1 : Débit à un point

Cette méthode consiste à mesurer la vitesse d'écoulement dans la rivière en un point. Ce point est situé au centre de la rivière, un peu en dessous de la surface. Puisque la vitesse d'écoulement au sein d'une rivière est généralement plus élevée au centre et près de la surface (Figure 55), les débits obtenus par la méthode à un point sont surestimés. Néanmoins, cette méthode fournit une estimation du débit de façon très rapide. L'instrument utilisé pour mesurer la vitesse de l'écoulement, lorsque possible, est un courantomètre à hélice. Dans les autres cas, un flotteur peut être utilisé.

Voici l'équation utilisée pour le calcul du débit à un point :

$$Q = A * v$$

où : Q = débit (m³/s)

A = aire mouillée perpendiculaire à l'écoulement (m²)

v = vitesse d'écoulement (m/s)

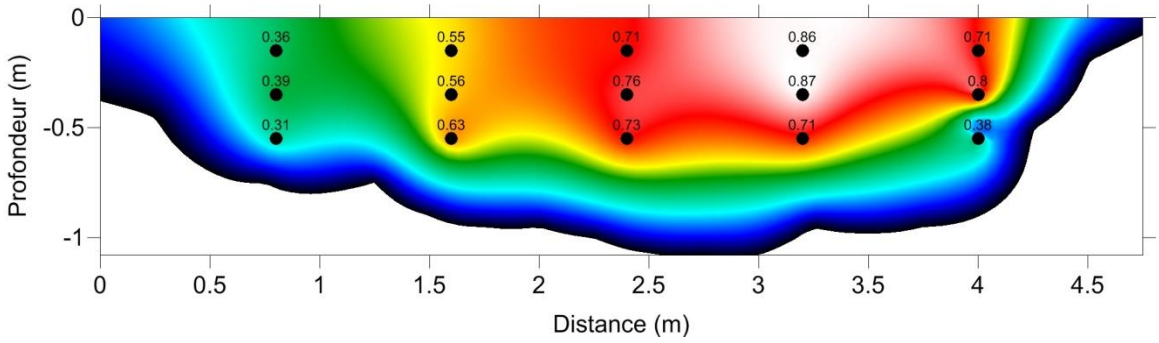


Figure 55 : Profil de vitesse dans une coupe transversale d'une rivière.

7.3.2 Méthode 2 : Débit à plusieurs points

Cette méthode consiste à mesurer la vitesse d'écoulement dans la rivière à plusieurs endroits afin de tenir compte de la variation du profil de vitesse. Il est possible de constater à la Figure 56 que les vitesses varient, passant de 0,31 m/s à 0,86 m/s. En mesurant la vitesse d'écoulement à plusieurs endroits, le débit calculé est donc plus précis. La méthode à plusieurs points permet d'obtenir une meilleure précision tout en étant assez rapide. Par ailleurs, le débit calculé est la somme des débits partiels dans les « panneaux » de la section d'écoulement (numérotés de 1 à 10 à la Figure 56).

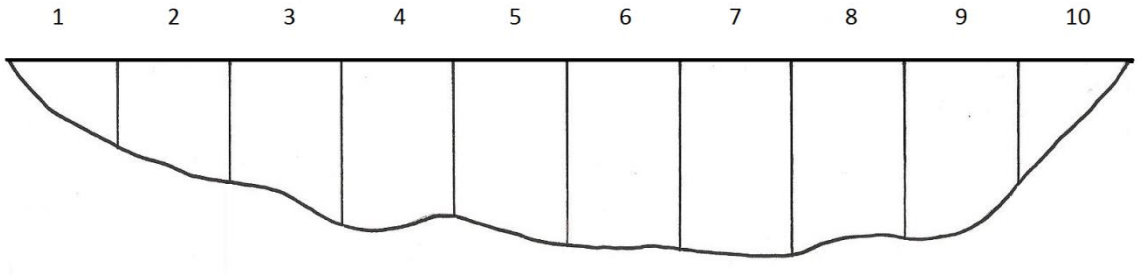


Figure 56 : Exemple de « panneaux » dans une coupe transversale d'une rivière.

Voici l'équation permettant de calculer le débit partiel d'un panneau (panneaux 2 à 9) :

$$Q_p = \frac{\overline{v_1} + \overline{v_2}}{2} * \frac{d_1 + d_2}{2} * b$$

où : Q_p = débit partiel (m³/s)

$\bar{v}$ = vitesse moyenne aux bornes du panneau (m/s)

d = profondeur aux bornes du panneau (m)

b = largeur du panneau (m)

Voici l'équation permettant de calculer le débit partiel aux deux extrémités de la section d'écoulement (panneaux 1 et 10 à la Figure 56) :

$$Q_{pb} = \frac{2}{3} * \overline{v_1} * \frac{1}{2}(d_0 + d_1) * b$$

où : Q_{pb} = débit partiel aux bornes gauche et droite (m³/s)

$\bar{v}$ = vitesse moyenne à la borne intérieure du panneau (m/s)

d = profondeur aux bornes du panneau (m)

b = largeur du panneau (m)

Voici l'équation permettant de calculer le débit total :

$$Q_{total} = \sum Q_p + Q_{pb1} + Q_{pb2}$$

7.3.3 Méthode 3 : Courbe de tarage

Cette méthode permet d'obtenir le débit d'une rivière selon le niveau d'eau. Plusieurs mesures (méthode 2) doivent être préalablement effectuées de façon à tracer la courbe de tarage (Figure 57). Plus précisément, à chaque jaugeage, le niveau d'eau est noté par rapport à une référence fixe dans le temps, tel un pont, et la hauteur en fonction du débit est tracée sur un graphique. Ceci permet d'obtenir le débit selon le niveau d'eau sans avoir à prendre des mesures de vitesse chaque fois.

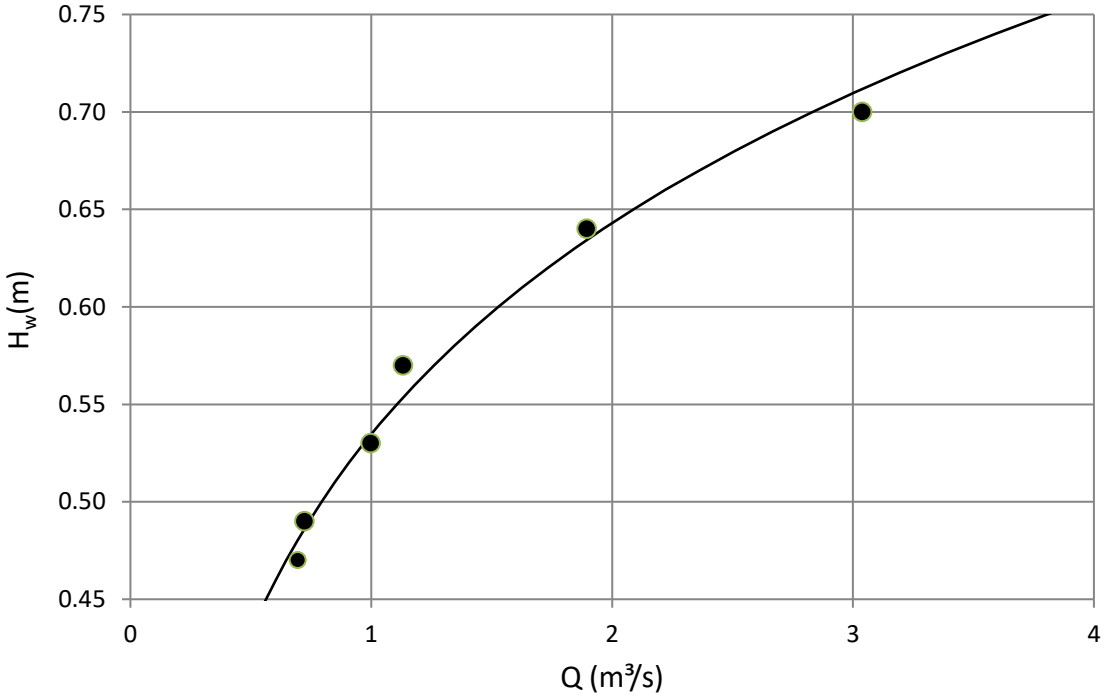


Figure 57 : Exemple d'une courbe de tarage.

7.4 Graphiques boîtes pour la turbidité

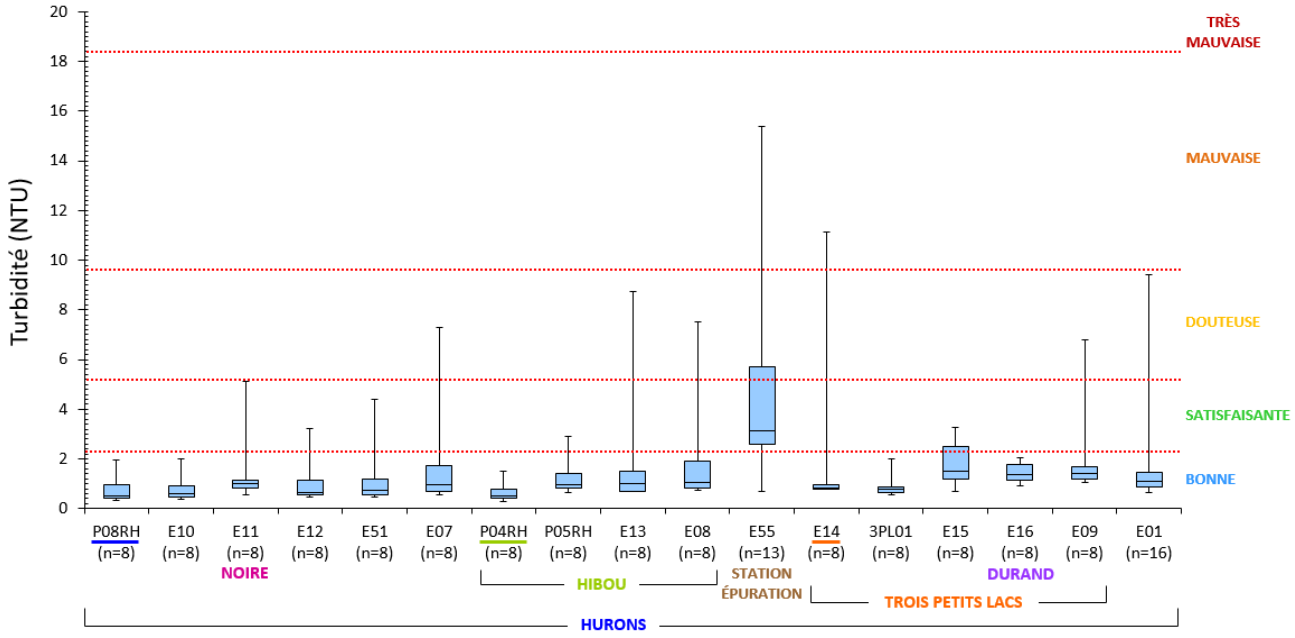


Figure 58 : Valeurs de turbidité mesurées dans la rivière des Hurons et ses affluents en 2017.

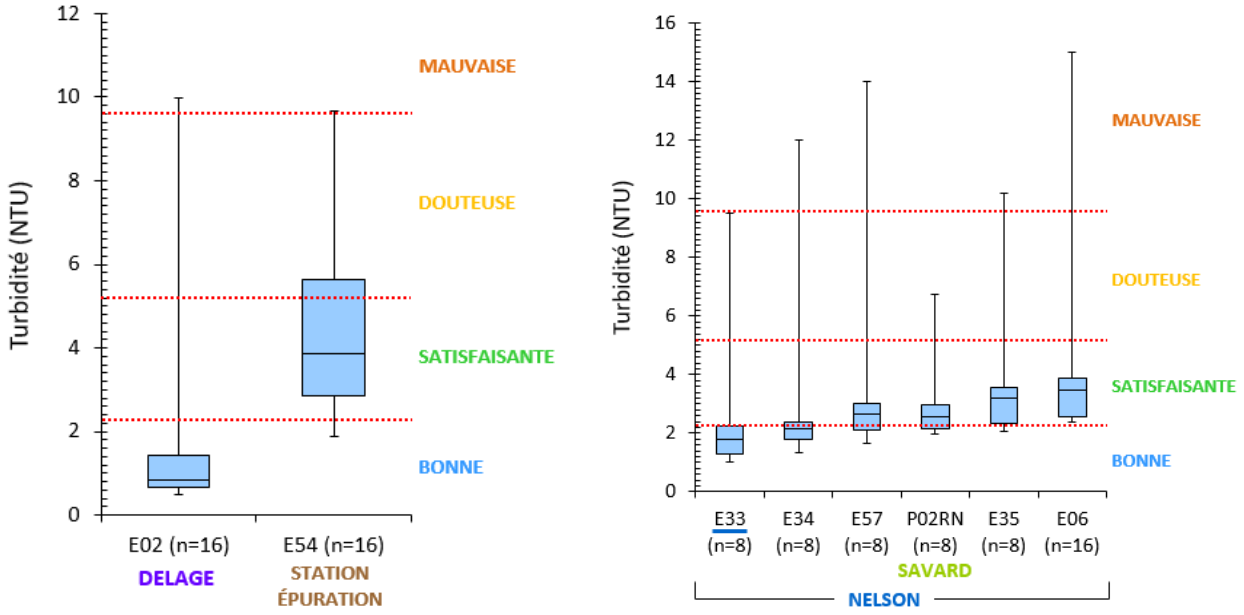


Figure 59 : Valeurs de turbidité mesurées aux stations du bassin versant du lac Delage et de la rivière Nelson en 2017.

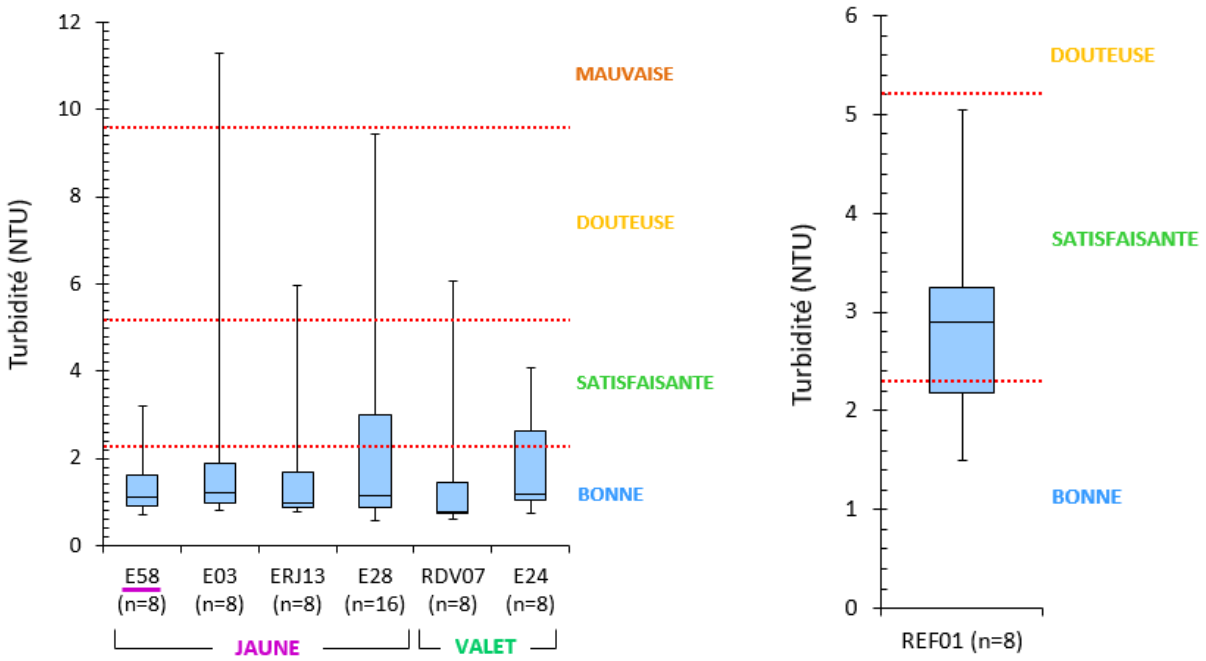


Figure 60 : Valeurs de turbidité mesurées aux stations du bassin versant de la rivière Jaune et du ruisseau des Eaux Fraîches en 2017.

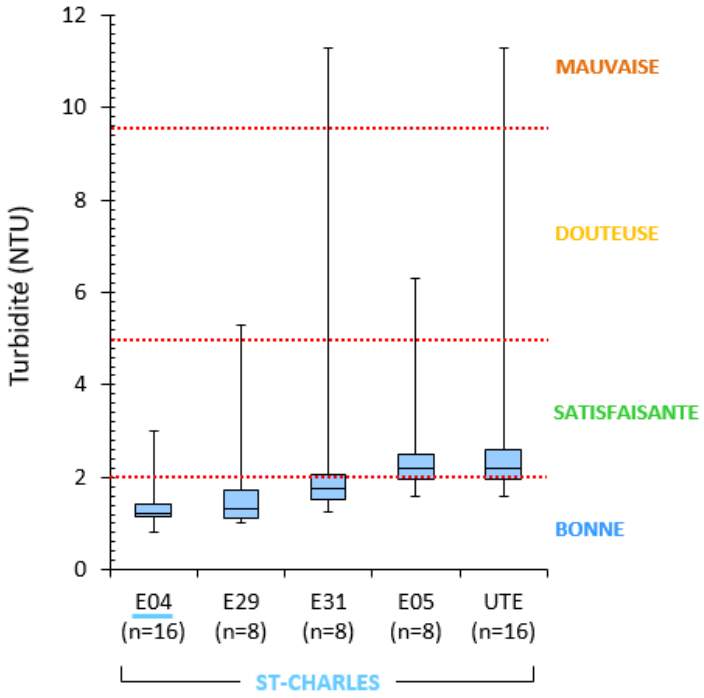


Figure 61 : Valeurs de turbidité mesurées dans la rivière St-Charles en 2017.

7.5 Régimes de précipitations en 2015 et 2013

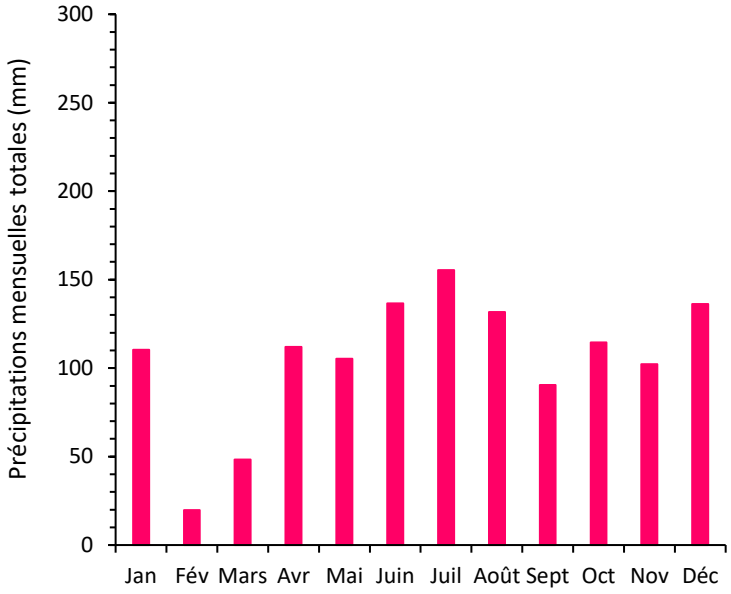


Figure 62 : Précipitations mensuelles totales en 2015 (données mesurées par Environnement Canada à l'aéroport Jean-Lesage).

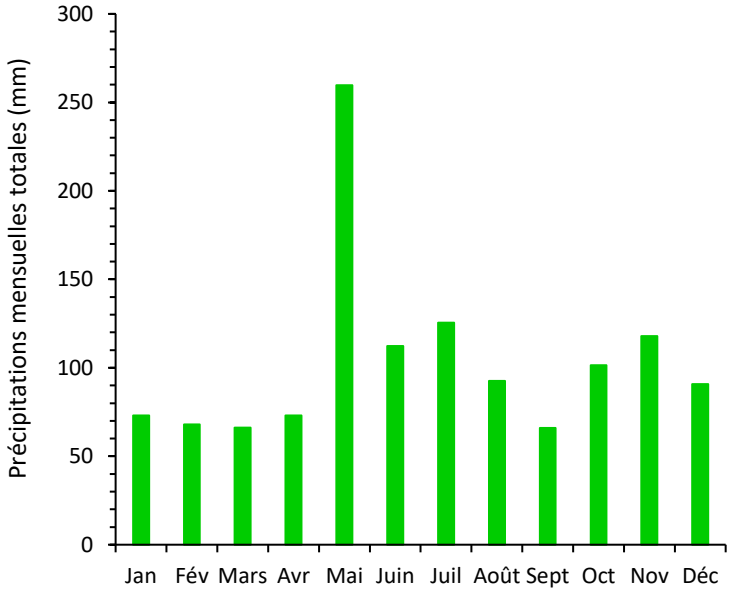


Figure 63 : Précipitations mensuelles totales en 2013 (données mesurées par Environnement Canada à l'aéroport Jean-Lesage).

7.6 Évolution de la conductivité spécifique aux différentes stations intégratrices du haut-bassin versant de la rivière Saint-Charles de 2011 à 2017

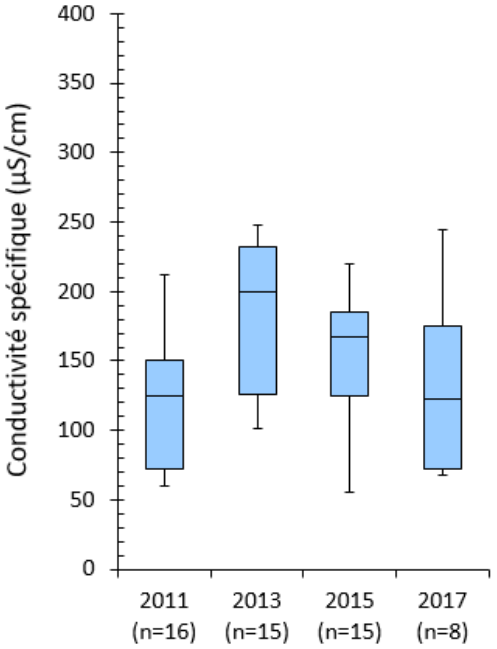


Figure 64 : Évolution de la conductivité spécifique à la station E11, rivière Noire, de 2011 à 2017.

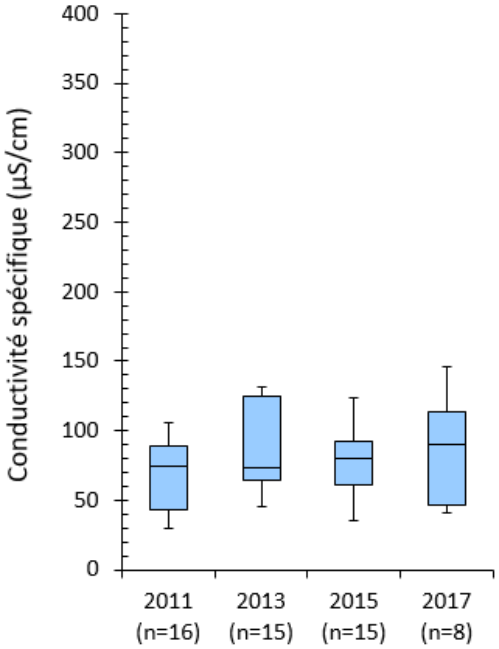


Figure 66 : Évolution de la conductivité spécifique à la station E09, ruisseau des TPL, de 2011 à 2017.

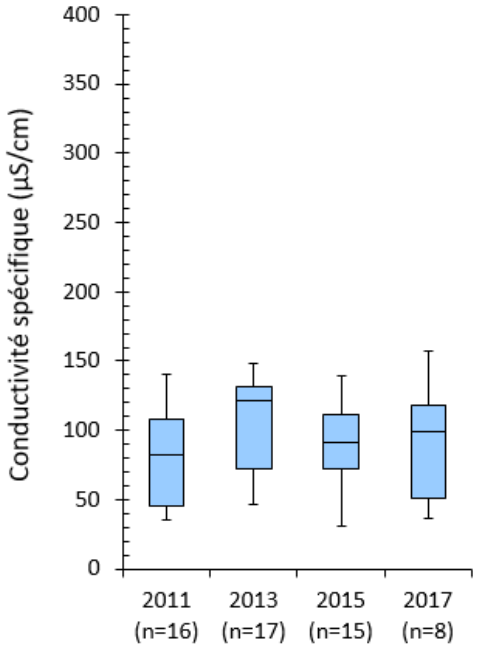


Figure 65 : Évolution de la conductivité spécifique à la station E08, rivière Hibou, de 2011 à 2017.

Note pour les données de conductivité spécifique de l'Annexe 7.6 : Les données de 2017 ont été mesurées avec une sonde EXO V2 et celles de 2011 à 2016 avec une sonde YSI 6600-V2.

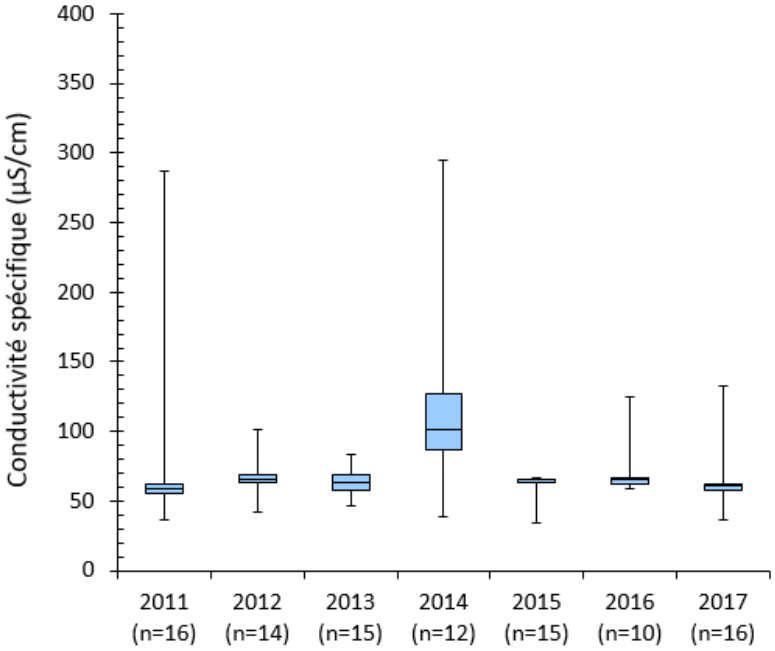


Figure 67 : Évolution de la conductivité spécifique à la station E02, lac Delage, de 2011 à 2017.

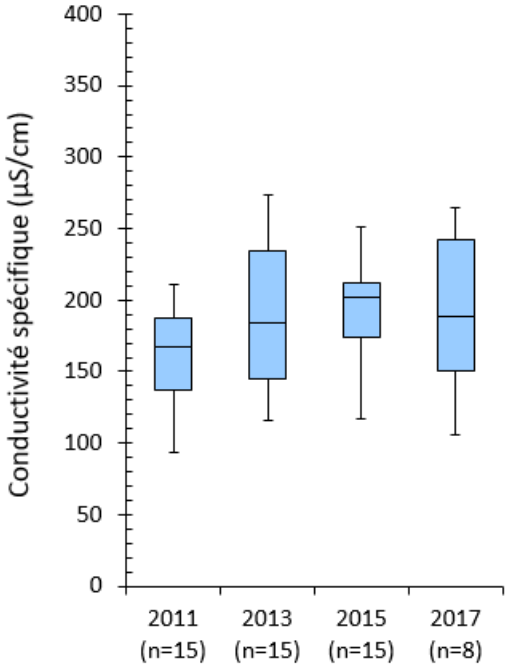


Figure 68 : Évolution de la conductivité spécifique à la station E24, ruisseau du Valet, de 2011 à 2017.

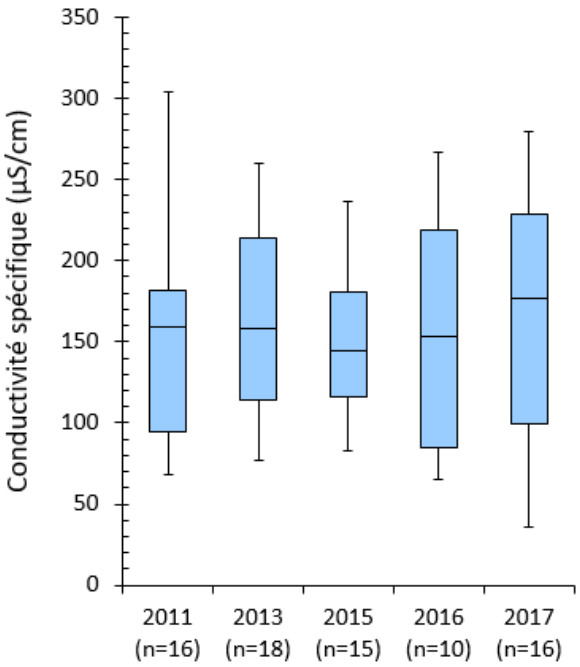


Figure 69 : Évolution de la conductivité spécifique à la station E28, rivière Jaune, de 2011 à 2017.

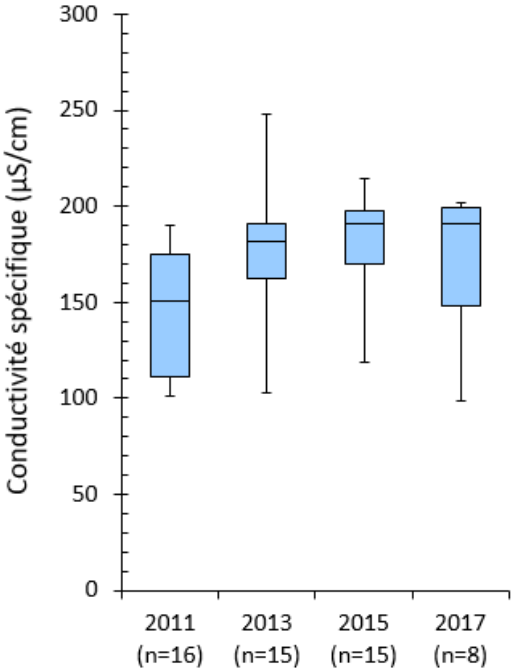


Figure 70 : Évolution de la conductivité spécifique à la station REF01, ruisseau des Eaux Fraîches, de 2011 à 2017.

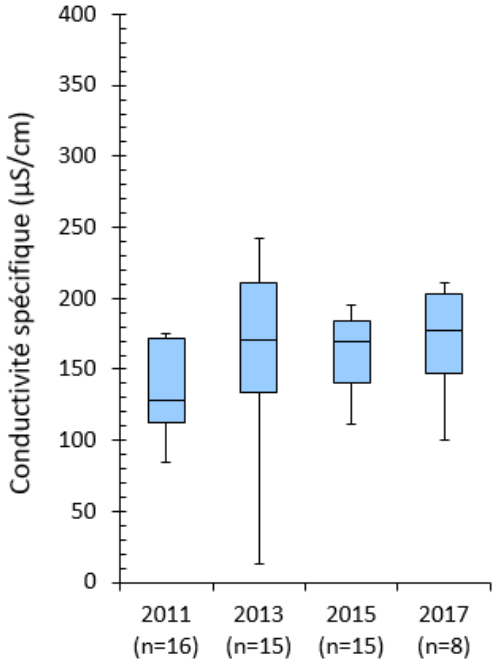


Figure 72 : Évolution de la conductivité spécifique à la station P02RN, ruisseau Savard, de 2011 à 2017.

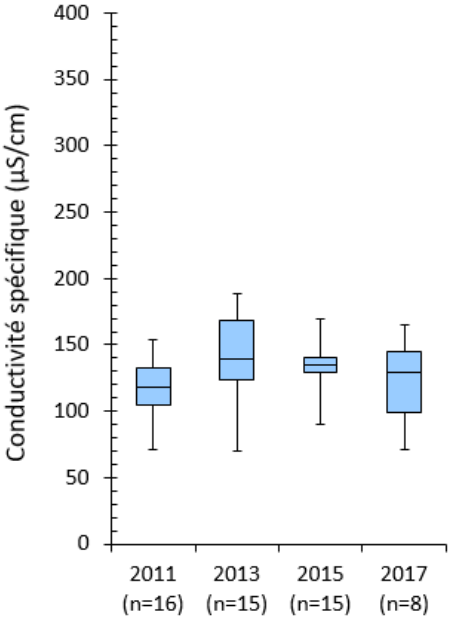


Figure 71 : Évolution de la conductivité spécifique à la station E05, rivière St-Charles, de 2011 à 2017.

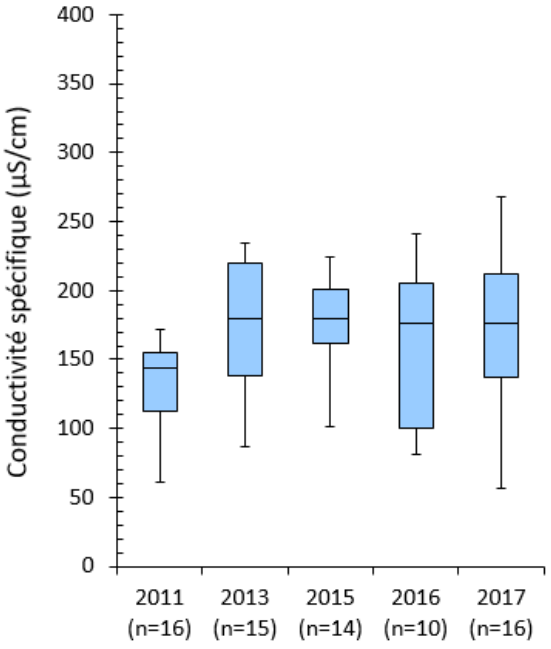


Figure 73 : Évolution de la conductivité spécifique à la station E06, rivière Nelson, de 2011 à 2017.

7.7 Graphiques supplémentaires pour le bassin versant de la rivière des Hurons

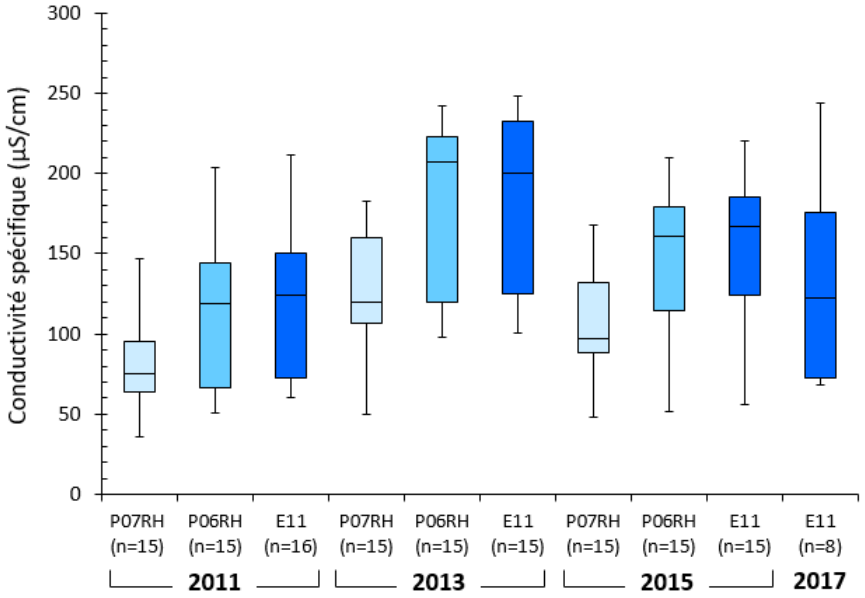


Figure 74 : Évolution de la conductivité spécifique aux stations de la rivière Noire de 2011 à 2017[23].

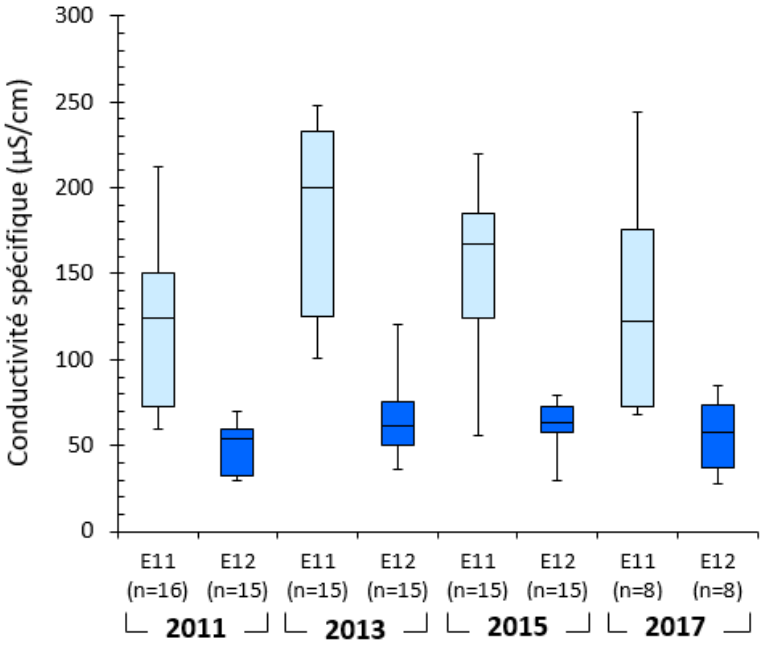


Figure 75 : Évolution de la conductivité spécifique aux stations E11 et E12 de 2011 à 2017[24].

[23] Les données de 2017 ont été mesurées avec une sonde EXO V2 et celles de 2011, 2013 et 2015 avec une sonde YSI 6600-V2.

[24] Les données de 2017 ont été mesurées avec une sonde EXO V2 et celles de 2011, 2013 et 2015 avec une sonde YSI 6600-V2.

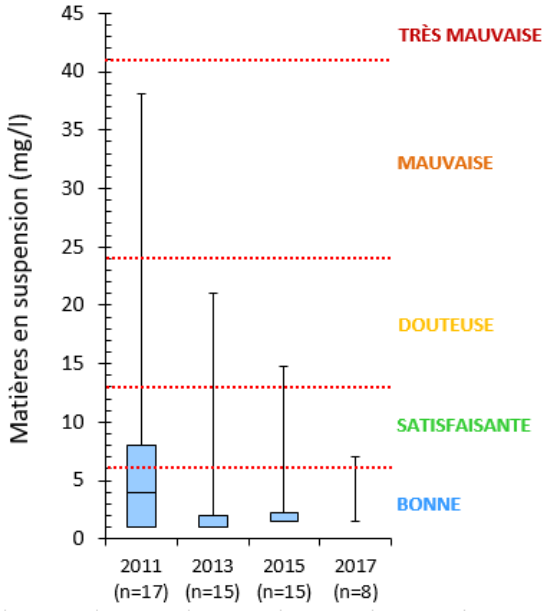


Figure 76 : Évolution des concentrations de MES à la station E51 de 2011 à 2017.

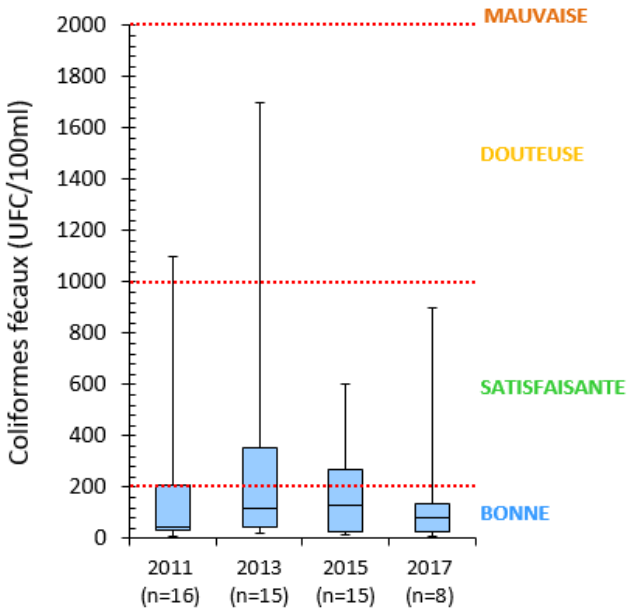


Figure 77 : Évolution des concentrations de coliformes fécaux à la station E07 de 2011 à 2017.

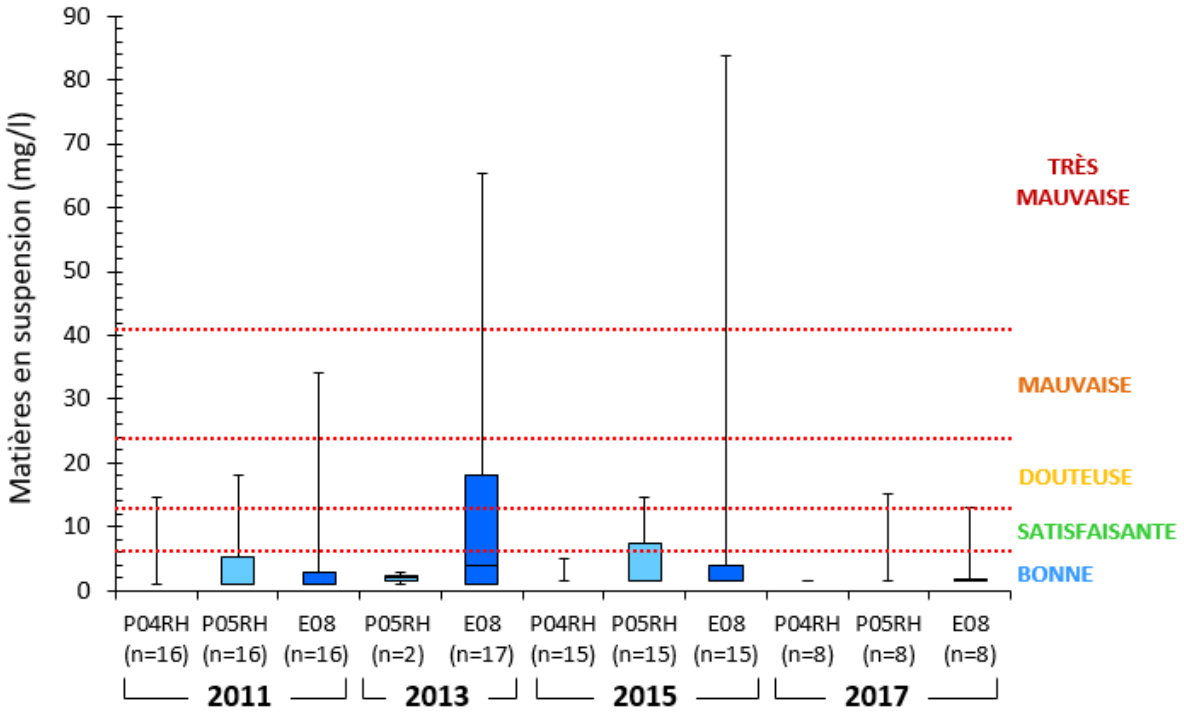


Figure 78 : Évolution des concentrations de matières en suspension aux stations de la rivière Hibou de 2011 à 2017.

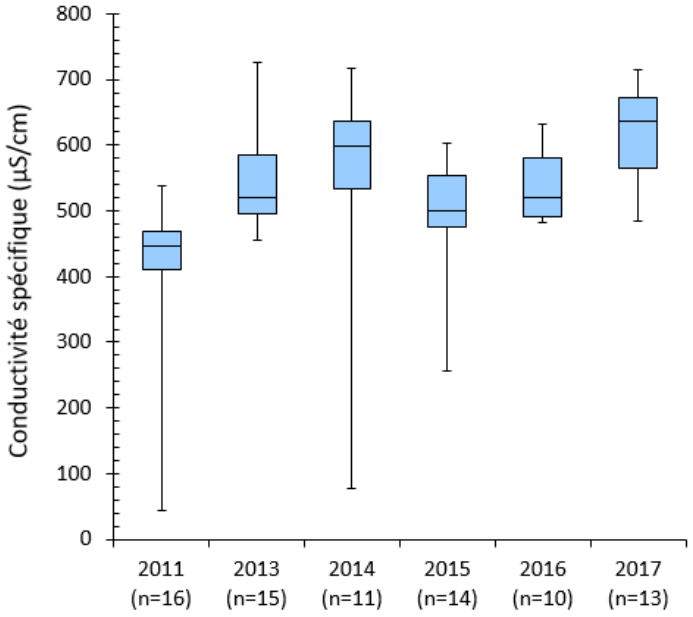


Figure 79 : Évolution de la conductivité spécifique à la station d'épuration des eaux usées de Stoneham-et-Tewkesbury (E55) de 2011 à 2017[25].

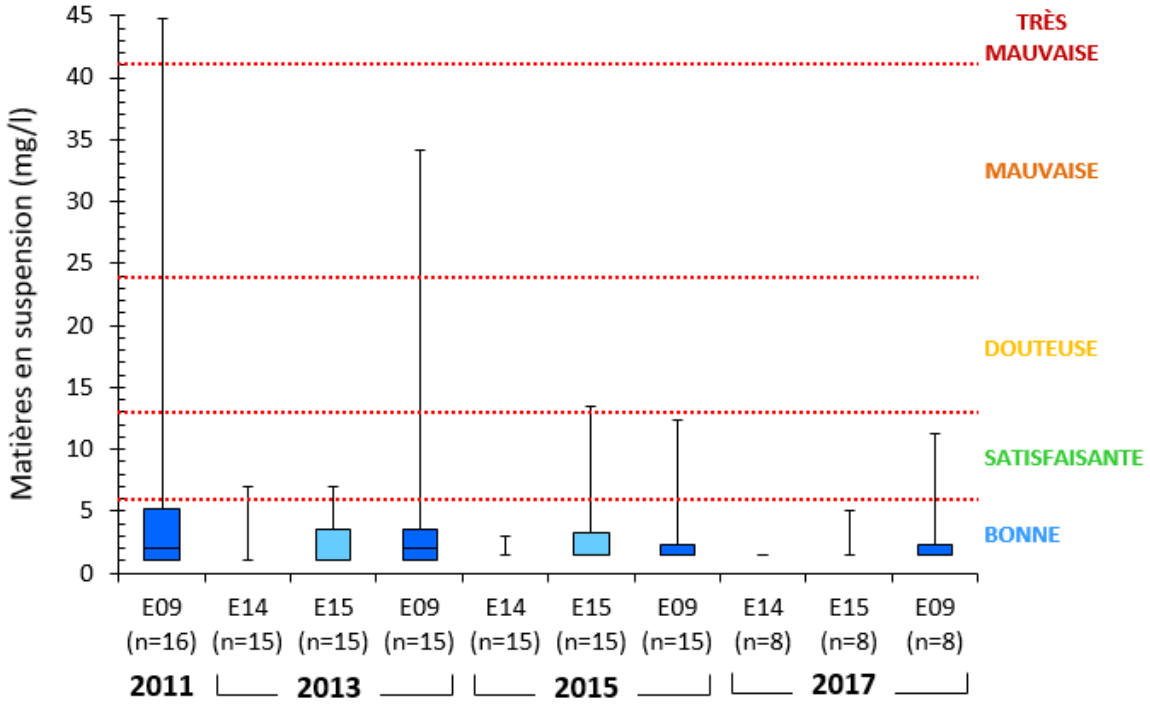


Figure 80 : Évolution des concentrations de MES aux stations du ruisseau des Trois-Petits-Lacs de 2011 à 2017.

[25] Les données de 2017 ont été mesurées avec une sonde EXO V2 et celles de 2011, 2013 et 2015 avec une sonde YSI 6600-V2.

7.8 Graphiques supplémentaires pour le bassin versant du lac Delage

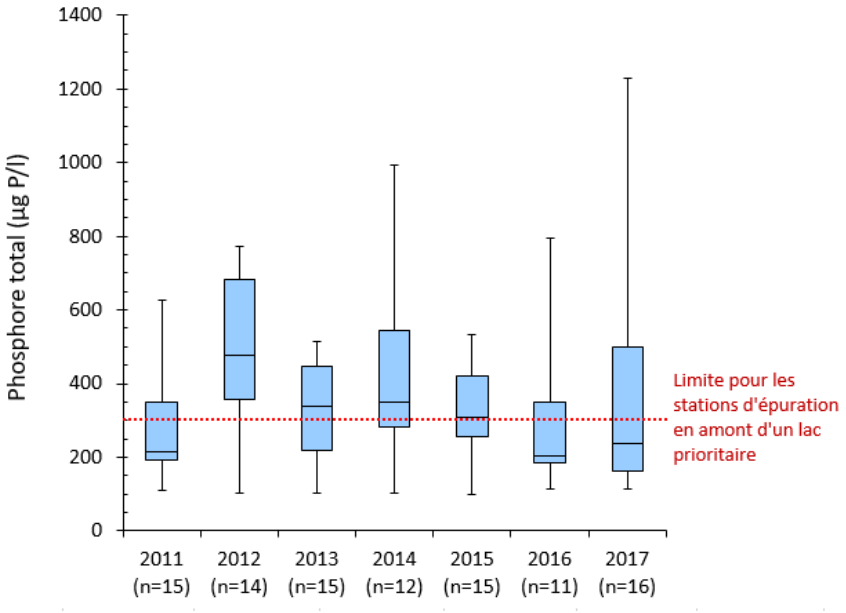


Figure 81 : Évolution des concentrations de PT[26] à la station E54 du bassin versant du lac Delage de 2011 à 2017.

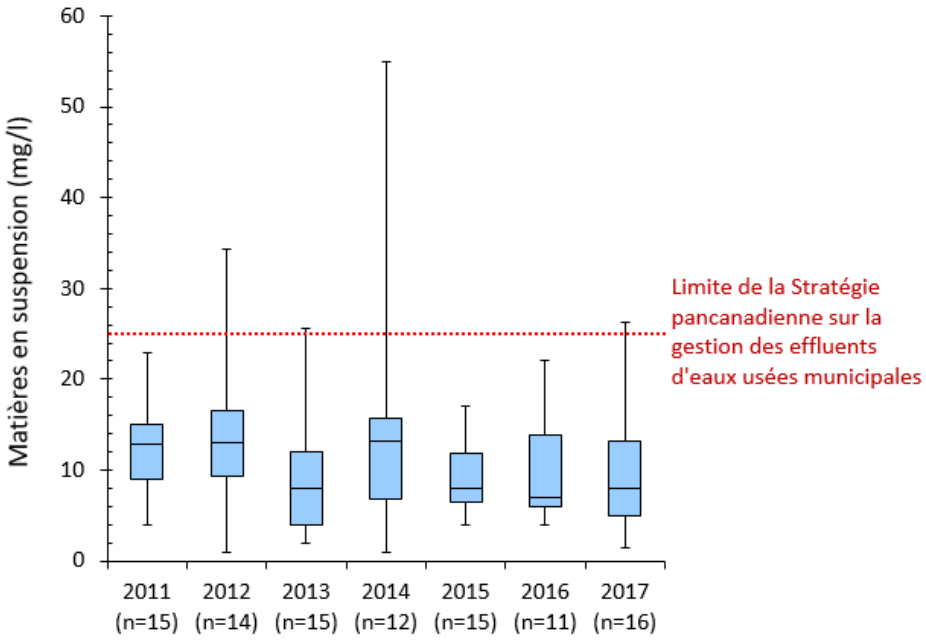


Figure 82 : Évolution des concentrations de MES à la station E54 du bassin versant du lac Delage de 2011 à 2017.

[26] En 2011 et 2012, la méthode d'analyse du phosphore total n'était pas encore validée, mais les données donnent tout de même un ordre de grandeur.

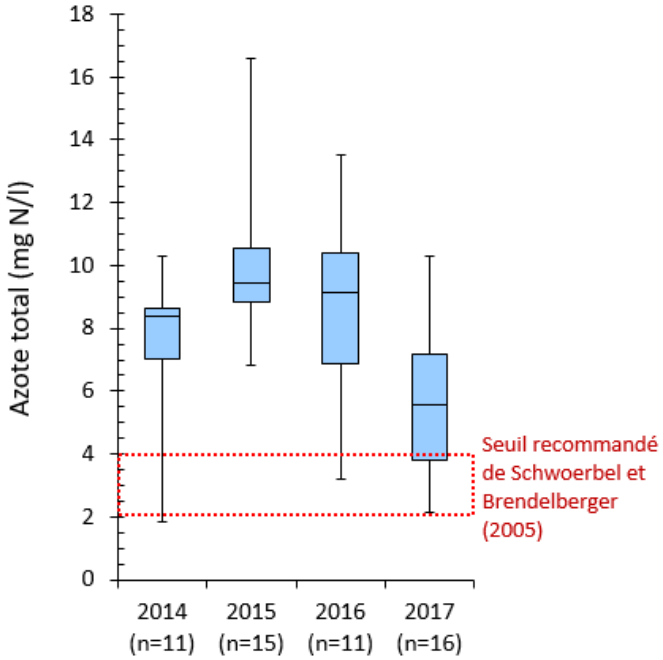


Figure 83 : Évolution des concentrations de NT à la station E54 du bassin versant du lac Delage de 2011 à 2017.

7.9 Graphiques supplémentaires pour le bassin versant de la rivière Nelson

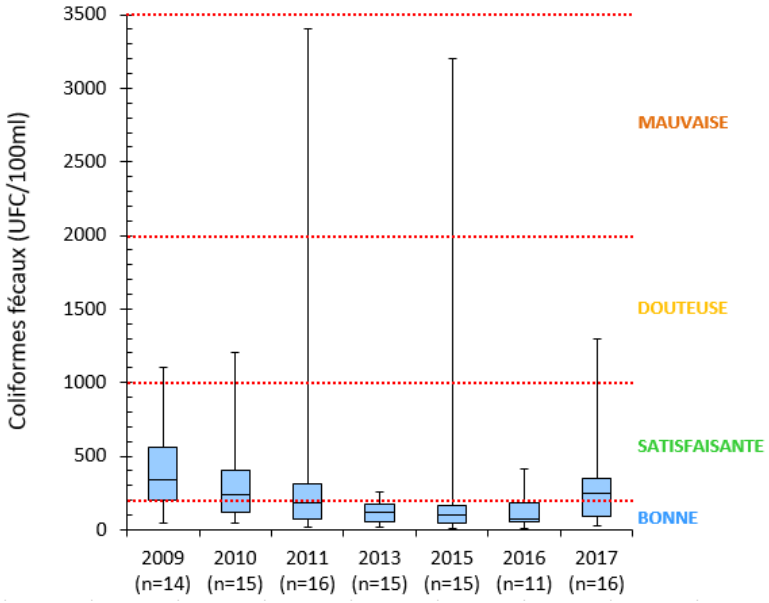


Figure 84 : Concentrations de CF mesurées à la station E06 de 2009 à 2017.

7.10 Graphiques supplémentaires pour le bassin versant de la rivière Jaune

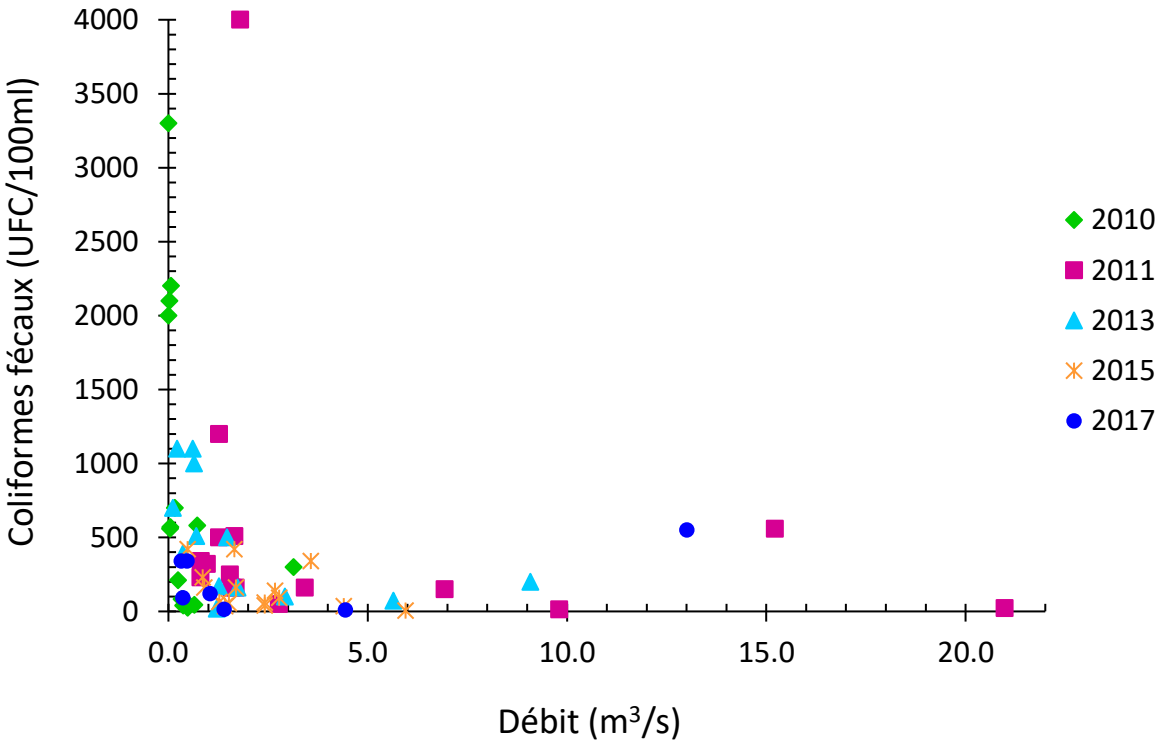


Figure 85 : Relation interannuelle entre les concentrations de CF et le débit à la station E03 de 2010 à 2017.

7.11 Graphiques supplémentaires pour le bassin versant de la rivière St-Charles

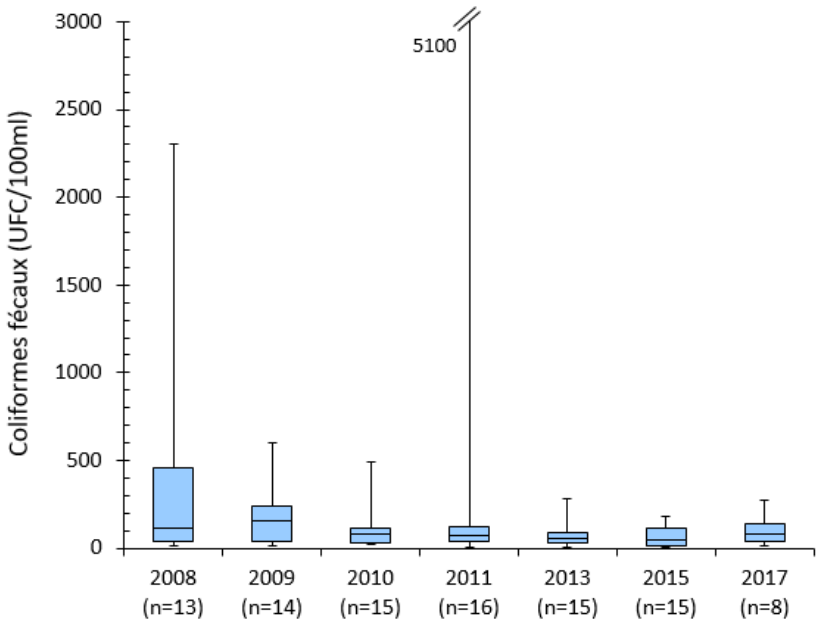


Figure 86 : Évolution de la qualité bactériologique de l'eau à la station E05 (rivière Saint-Charles en amont de la prise d'eau potable) depuis 2008.