

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT  
ET DE LA LUTTE CONTRE  
LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES

## PRÉSENCE DE PESTICIDES DANS L'EAU AU QUÉBEC

Portrait dans des zones en culture  
de pommes de terre  
en 2017 et 2018



**Photo de la page couverture :**

Québec en images (*photo : Denis Chabot, 2002*)

**Coordination et rédaction**

Cette publication a été réalisée par la Direction générale du suivi de l'état de l'environnement du ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC).

**Renseignements**

Pour tout renseignement, vous pouvez remplir le formulaire disponible à l'adresse suivante :

[www.environnement.gouv.qc.ca/formulaires/renseignements.asp](http://www.environnement.gouv.qc.ca/formulaires/renseignements.asp).

Téléphone : 418 521-3830  
1 800 561-1616 (sans frais)

Ce document peut être consulté sur le site Web du Ministère au <http://www.environnement.gouv.qc.ca>

Direction de la qualité des milieux aquatiques  
du ministère de l'Environnement  
et de la Lutte contre les changements climatiques  
675, boul. René-Lévesque Est, 7<sup>e</sup> étage, boîte 22  
Québec (Québec) G1R 5V7

**Référence à citer**

Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques. *Présence de pesticides dans l'eau au Québec – Portrait dans des zones en culture de pommes de terre en 2017 et 2018*, [En ligne], 2020, Québec, 44 pages et 5 annexes.

[\[www.environnement.gouv.qc.ca/pesticides/pomme\\_terre/rappo-rt-pesticides-eau-pomme-terre-2017-2018.pdf\]](http://www.environnement.gouv.qc.ca/pesticides/pomme_terre/rappo-rt-pesticides-eau-pomme-terre-2017-2018.pdf) (Consulté le jour/mois/année).

Dépôt légal – 2020  
Bibliothèque et Archives nationales du Québec  
ISBN 978-2-550-87426-3 (PDF)

Tous droits réservés pour tous les pays.

© Gouvernement du Québec, 2020

## RÉALISATION

Coordination et rédaction	Isabelle Giroux <sup>1</sup> Anouka Bolduc <sup>2</sup>
Révision scientifique	Émilie Bilodeau <sup>3</sup> Émilie Gagnon <sup>4</sup> Marianne Métivier <sup>1</sup> Marie-Hélène April <sup>5</sup>
Traitement statistique	François D'Auteuil Potvin <sup>6</sup>
Échantillonnage Techniciennes principales	Stéphanie Locas <sup>1</sup> Isabel Parent <sup>2</sup>
Observateurs	Luc Hervieux Corporation de l'aménagement de la rivière L'Assomption (CARA) Organisme de bassin versant des rivières Sainte- Anne, Portneuf et secteur La Chevrotière (CAPSA)
Analyse en laboratoire	Marie-Claire Grenon <sup>7</sup> Benoit Sarrasin <sup>7</sup> Jean-Luc Pilote <sup>7</sup>

---

<sup>1</sup> Direction de la qualité des milieux aquatiques, MELCC

<sup>2</sup> Direction de l'eau potable et des eaux souterraines, MELCC

<sup>3</sup> Direction des matières dangereuses et des pesticides, MELCC

<sup>4</sup> Direction de l'agroenvironnement et du milieu hydrique, MELCC

<sup>5</sup> Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ)

<sup>6</sup> Direction de la qualité de l'air et du climat, MELCC

<sup>7</sup> Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (CEAEQ), MELCC

Mots- clés : Pesticides, cours d'eau, eau souterraine, pomme de terre, néonicotinoïdes, clothianidine, thiaméthoxame, imidaclopride, chlorprophame, chlorantraniliprole

## RÉSUMÉ

Chaque année, le ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques échantillonne des cours d'eau et des puits individuels de régions agricoles du Québec pour y vérifier la présence de pesticides. Un réseau permanent de suivi en rivières a été mis en place afin de suivre l'évolution des concentrations de pesticides dans le temps à proximité de certains types de cultures ciblées. Ce réseau est composé d'une dizaine de stations d'échantillonnage. La culture des pommes de terre fait partie des cultures ciblées et le réseau de base compte trois stations d'échantillonnage dans des cours d'eau drainant des zones en culture de pommes de terre. Ces cours d'eau ont été échantillonnés en 2017 et 2018. Le Ministère échantillonne également une trentaine de puits annuellement afin d'évaluer la présence de pesticides dans les eaux souterraines de secteurs agricoles. En 2017 et 2018, 53 puits individuels et 21 puits alimentant neuf installations municipales ont été échantillonnés à proximité de champs en culture de pommes de terre.

En 2017 et 2018, des pesticides reliés à la culture des pommes de terre ont été détectés dans les trois cours d'eau échantillonnés, soit les ruisseaux Point-du-Jour et Chartier, dans le bassin versant de la rivière L'Assomption, et la rivière Blanche, dans le bassin de la rivière Portneuf. Les pesticides présents le plus souvent sont les herbicides  $\beta$ -métolachlore et métribuzine, les insecticides néonicotinoïdes thiaméthoxame, clothianidine et imidaclopride ainsi que les fongicides azoxystrobine et fénamidone. Dans les trois cours d'eau, les produits qui dépassent le plus souvent le critère de vie aquatique chronique (CVAC), l'un des critères de qualité de l'eau pour la protection des espèces aquatiques, sont les insecticides néonicotinoïdes thiaméthoxame, clothianidine et imidaclopride. Ils dépassent le CVAC de 0,0083  $\mu\text{g/l}$  dans plus de 80 % des échantillons.

Globalement, en comparaison des campagnes d'échantillonnage précédentes (2010 et 2012), les concentrations de clothianidine sont à la

hausse dans les trois cours d'eau, et le thiaméthoxame et le  $\beta$ -métolachlore sont à la hausse dans deux d'entre eux. Les concentrations de métribuzine sont à la baisse dans deux des trois cours d'eau. Conséquence de leur récente apparition sur le marché, l'insecticide chlorantraniliprole et le fongicide pyriméthanil sont maintenant détectés dans les cours d'eau des secteurs en culture de pommes de terre.

Parmi les 53 puits individuels échantillonnés, 35 (66 %) ont montré la présence d'au moins un des pesticides analysés. Les principaux pesticides détectés sont les insecticides néonicotinoïdes thiaméthoxame et clothianidine, tous deux détectés dans 45 % des puits, ainsi que l'imidaclopride, présent dans 40 % des puits, de même que l'insecticide chlorantraniliprole décelé dans 32 % des puits. Les principaux herbicides présents sont le métribuzine et le  $\beta$ -métolachlore, respectivement présents dans 26 % et 13 % des puits. L'antigerminatif chlorprophame utilisé en entrepôt a aussi été détecté dans 9 % des puits. Quatre fongicides ont été détectés, mais l'azoxystrobine est celui qui était présent le plus souvent, soit dans 24,5 % des puits.

En ce qui concerne les 21 puits alimentant les neuf installations municipales situées non loin de cultures de pommes de terre, des pesticides ont été détectés dans 10 puits, soit dans 48 % des puits. Les produits détectés le plus souvent dans les installations municipales échantillonnées sont la clothianidine, décelée dans 43 % des puits, l'imidaclopride et le chlorantraniliprole, tous deux détectés dans 24 % des puits, et le thiaméthoxame, qui a été retrouvé dans 19 % des puits.

Que ce soit dans les puits individuels ou dans les puits municipaux, les concentrations mesurées sont faibles et respectent largement les normes ou seuils à ne pas dépasser dans l'eau potable. En fait, les concentrations de tous les produits détectés représentent moins de 4 % de la norme ou de la valeur de référence applicable et, dans la majorité des cas, beaucoup moins.

## TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION .....	1	4 PUIITS INDIVIDUELS.....	34
1 CULTURE DE LA POMME DE TERRE AU QUÉBEC.....	2	4.1 Comparaison avec les années antérieures.....	36
1.1 Pesticides utilisés .....	3	4.2 Facteurs pouvant influencer la présence de pesticides dans l'eau souterraine.....	36
1.2 Contexte agroclimatique en 2017 et 2018.....	4	5 INSTALLATIONS MUNICIPALES DE PRODUCTION D'EAU POTABLE ...	40
2 MÉTHODOLOGIE.....	5	CONCLUSION.....	42
2.1 Eau de surface .....	5	BIBLIOGRAPHIE .....	43
2.2 Puits individuels .....	8	ANNEXES.....	46
2.3 Installations municipales de production d'eau potable .....	8		
3 RÉSULTATS DU SUIVI DANS TROIS COURS D'EAU .....	10		
3.2 Ruisseau Point-du-Jour.....	12		
3.2.1 Fréquence de détection et dépassements des critères de qualité de l'eau.....	12		
3.2.2 Analyse des profils et tendances .....	13		
3.3 Ruisseau Chartier .....	20		
3.3.1 Fréquence de détection et dépassements des critères de qualité de l'eau.....	20		
3.3.2 Analyse des profils et tendances.....	21		
3.4 Rivière Blanche .....	28		
3.4.1 Fréquence de détection et dépassements des critères de qualité de l'eau.....	28		
3.4.2 Analyse des profils et tendances .....	30		

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1	Répartition des superficies en culture de pommes de terre dans les régions du Québec en 2018.....	2	Tableau 10	Comparaison des concentrations 2017-2018 avec les campagnes de 2010 et 2012 dans le ruisseau Chartier .....	23
Tableau 2	Plan d'échantillonnage des cours d'eau en 2017 et 2018....	5	Tableau 11	Pesticides détectés dans la rivière Blanche.....	29
Tableau 3	Pesticides analysés et critères de qualité de l'eau pour la protection de la vie aquatique ..	7	Tableau 12	Dépassements des critères de qualité de l'eau dans la rivière Blanche .....	29
Tableau 4	Répartition du nombre de puits individuels échantillonnés par municipalité et par région.....	9	Tableau 13	Comparaison des concentrations 2017-2018 avec la campagne d'échantillonnage de 2012 dans la rivière Blanche .....	30
Tableau 5	Pesticides détectés dans le ruisseau Point-du-Jour.....	12	Tableau 14	Profondeur des puits et distance par rapport aux champs traités .....	35
Tableau 6	Dépassements des critères de qualité de l'eau dans le ruisseau Point-du-Jour.....	13	Tableau 15	Proportion des puits avec des pesticides par région.....	35
Tableau 7	Comparaison des concentrations 2017-2018 avec les campagnes d'échantillonnage de 2010 et 2012 dans le ruisseau Point-du-Jour .....	15	Tableau 16	Pesticides détectés dans les puits .....	35
Tableau 8	Pesticides détectés dans le ruisseau Chartier .....	22	Tableau 17	Caractéristiques des pesticides détectés dans l'eau souterraine .....	38
Tableau 9	Dépassements des critères de qualité de l'eau dans le ruisseau Chartier .....	23	Tableau 18	Concentration maximale mesurée à l'eau traitée ou distribuée et nombre d'installations et de puits pour lesquels il y a eu au moins une détection de pesticides .....	40



## LISTE DES FIGURES

Figure 1	Évolution des superficies en culture de pommes de terre au Québec ..... 2	Figure 10	Profil des concentrations de quelques pesticides dans le ruisseau Chartier en 2018..... 25
Figure 2	Comparaison des concentrations ( $\mu\text{g/l}$ ) des insecticides clothianidine et thiaméthoxame et des herbicides $\beta$ -métochloré et métribuzine entre 2010 et 2012 et 2017-2018 aux stations Point-du-Jour, Chartier et Blanche .. 10	Figure 11	Profil des concentrations des pesticides qui ont dépassé les CVAC dans le ruisseau Chartier en 2017 ..... 26
Figure 3	Cultures dans le bassin versant du ruisseau Point-du-Jour en 2018 ..... 12	Figure 12	Profil des concentrations des pesticides qui ont dépassé les CVAC dans le ruisseau Chartier en 2018 ..... 27
Figure 4	Profil des concentrations de quelques pesticides dans le ruisseau Point-du-Jour en 2017 ..... 16	Figure 13	Cultures dans le bassin versant de la rivière Blanche en 2018. 28
Figure 5	Profil des concentrations de quelques pesticides dans le ruisseau Point-du-Jour en 2018 ..... 17	Figure 14	Profil des concentrations de quelques pesticides dans la rivière Blanche en 2017 ..... 31
Figure 6	Profil des concentrations des pesticides qui ont dépassé le CVAC dans le ruisseau Point-du-Jour en 2017 ..... 18	Figure 15	Profil des concentrations de quelques pesticides dans la rivière Blanche en 2018 ..... 32
Figure 7	Profil des concentrations des pesticides qui ont dépassé le CVAC dans le ruisseau Point-du-Jour en 2018 ..... 19	Figure 16	Profil des concentrations des pesticides qui ont dépassé les CVAC dans la rivière Blanche en 2017 ..... 33
Figure 8	Cultures dans le bassin versant du ruisseau Chartier en 2018. 20	Figure 17	Profil des concentrations des pesticides qui ont dépassé les CVAC dans la rivière Blanche en 2018 ..... 33
Figure 9	Profil des concentrations de quelques pesticides dans le ruisseau Chartier en 2017..... 24	Figure 18	Détection de pesticides en fonction de la profondeur du puits et de la distance puits-champs ..... 37

## LISTE DES ANNEXES

Annexe 1	Pesticides homologués dans la culture des pommes de terre (liste non exhaustive).....	46	Annexe 4	Comparaison des précipitations entre les années 2010, 2012, 2017 et 2018 .....	54
Annexe 2	Méthodes d'analyse des pesticides et limites de détection.....	48	Annexe 5	Suivi des pesticides dans les puits individuels .....	55
Annexe 3	Concentrations des pesticides détectés dans les trois cours d'eau à l'étude .....	51			



## INTRODUCTION

Chaque année, des pesticides sont utilisés pour lutter contre les différents ennemis des cultures dans les régions agricoles du Québec. Selon le bilan des ventes de pesticides au Québec (MELCC, 2020), les ventes totales de pesticides s'élevaient à 3 511 060 kg d'ingrédients actifs pour l'année 2018, dont 2 436 582 kg (69,4 %), étaient utilisés en agriculture.

Soucieux du devenir de ces produits dans l'environnement, le ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC) échantillonne régulièrement des cours d'eau et des puits dans des secteurs agricoles pour y vérifier la présence et les concentrations de pesticides. Un réseau de 10 stations d'échantillonnage permanentes en rivières (réseau de base) a été mis en place à proximité de certaines cultures ciblées afin de connaître l'impact de l'utilisation de pesticides sur la qualité de l'eau des rivières et de suivre l'évolution des concentrations. Les cultures ciblées pour le suivi environnemental des pesticides sont celles qui occupent de vastes superficies, ou celles dont l'intensité d'utilisation des pesticides à l'hectare est importante, à savoir le maïs et le soya, les cultures maraîchères, les vergers et la culture des pommes de terre.

Les résultats du suivi environnemental contribuent au portrait général de la qualité de l'eau en milieu agricole et permettent d'orienter les actions du gouvernement en vue de réduire

l'impact de l'usage des pesticides. Le suivi dont il est question dans le présent rapport fait partie des actions de la Stratégie phytosanitaire québécoise en agriculture 2011-2021, une stratégie coordonnée par le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ), dont le MELCC est l'un des partenaires. Plus spécifiquement, le programme de suivi en eau souterraine se rattache à l'action 4.2.1 de la stratégie et le suivi en eau de surface se rattache à l'action 4.2.3.

Sur la base des données recueillies en 2017 et 2018, le présent document dresse un portrait de l'impact de la culture des pommes de terre sur la qualité de l'eau. On y présente les résultats obtenus pour trois cours d'eau, soit les ruisseaux Chartier et Point-du-Jour, dans la région de Lanaudière, et la rivière Blanche, dans la région de Portneuf, et on les compare à ceux obtenus pour ces mêmes cours d'eau en 2010 et 2012. Le rapport présente aussi les résultats de l'analyse de l'eau de 53 puits privés individuels et de neuf installations municipales de production d'eau potable situés à proximité de cultures de pommes de terre. Les résultats pour les puits individuels sont mis en perspective avec ceux obtenus lors de la campagne d'échantillonnage antérieure en 2008-2009.

## 1 CULTURE DE LA POMME DE TERRE AU QUÉBEC

Au Québec, on compte environ 600 entreprises agricoles qui cultivent la pomme de terre (ISQ, 2018). Les superficies en culture de pommes de terre ont diminué depuis 2006, année où on enregistrait des superficies totales d'environ 19 000 hectares (ha). Depuis 2008, les superficies se situent plutôt entre 17 000 et 17 500 ha, selon l'Institut de la statistique du

Québec (figure 1). Les principales régions productrices sont la Capitale-Nationale et Chaudière-Appalaches, avec 3 700 ha, Montréal, Laval et Lanaudière, avec 3 200 ha, la Mauricie et le Centre-du-Québec, avec 2 700 ha, et le Saguenay-Lac-Saint-Jean et la Côte-Nord, avec 2 700 ha (tableau 1).

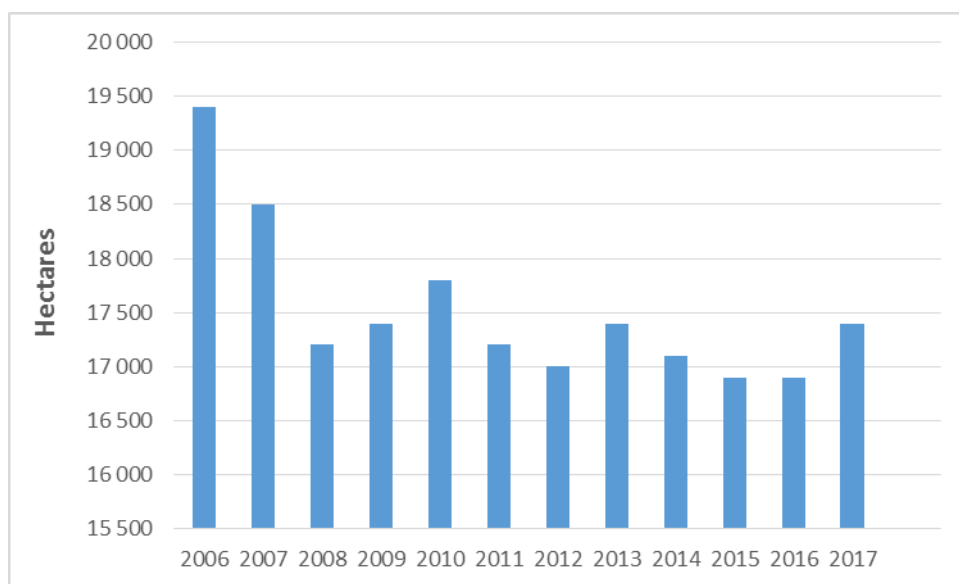


Figure 1 Évolution des superficies en culture de pommes de terre au Québec

Tableau 1 Répartition des superficies en culture de pommes de terre dans les régions du Québec en 2018

Régions administratives regroupées <sup>1</sup>	Superficie (ha)
Capitale-Nationale et Chaudière-Appalaches	3 700
Montréal, Laval et Lanaudière	3 200
Mauricie et Centre-du-Québec	2 700
Saguenay-Lac-Saint-Jean et Côte-Nord	2 700
Estrie et Montérégie	2 300
Bas-Saint-Laurent et Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine	1 300
Outaouais, Abitibi-Témiscamingue, Nord-du-Québec, Laurentides	1 000
<b>TOTAL</b>	<b>17 000</b>

Source : Institut de la statistique du Québec (ISQ, 2018)

<sup>1</sup> Les données sont présentées selon les regroupements de l'ISQ.

## 1.1 Pesticides utilisés

Une vaste gamme de pesticides peut être utilisée dans la culture des pommes de terre pour contrôler les insectes, les maladies et les mauvaises herbes. Une liste des pesticides homologués entre autres dans la culture de la pomme de terre est présentée à l'annexe 1.

L'un des ravageurs les plus importants dans la culture des pommes de terre est le doryphore de la pomme de terre. Les larves et les adultes de l'insecte peuvent défolier complètement les plants, causant ainsi des pertes considérables de rendement. Parmi les insecticides homologués pour le contrôle de ce ravageur, ceux qui ont été les plus fréquemment utilisés au cours des dernières années sont ceux de la famille des néonicotinoïdes, soit le thiaméthoxame, la clothianidine et l'imidaclopride. Les insecticides néonicotinoïdes peuvent être appliqués dans le sillon ou sur le planton au moment du semis, ou encore en traitement foliaire plus tard durant l'été. D'autres insecticides peuvent aussi être utilisés, comme le chlorantraniliprole, le spinosad et le novaluron.

L'imidaclopride, le thiaméthoxame et la clothianidine sont actuellement visés par la réglementation québécoise afin d'en restreindre l'utilisation. En effet, depuis 2019, les producteurs doivent détenir une prescription et une justification d'un agronome pour pouvoir les acheter et les utiliser. De plus, ces trois mêmes produits sont actuellement en réévaluation par l'Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire (ARLA). L'agence fédérale propose de restreindre certains usages de ces produits sur le marché canadien d'ici trois à cinq ans. Pour le moment, dans la culture des pommes de terre, la restriction imposée est l'interdiction de l'application foliaire de l'imidaclopride au moment de la floraison pour limiter les impacts sur les pollinisateurs (ARLA, 2019a, 2019b et 2019c).

Il existe en outre plusieurs maladies susceptibles de causer des dommages aux pommes de terre : mildiou, gale, flétrissure bactérienne, flétrissure verticillienne, rhizoctonie, pourriture sèche fusarienne, brûlure hâtive, dartrose, etc. Le mildiou est la

maladie qui a le plus fort potentiel d'affecter la culture. De façon générale, pour contrôler et éviter la propagation des maladies, des fongicides sont employés à plusieurs reprises au cours de la saison de culture. Des traitements avec des fongicides à action préventive sont recommandés à un intervalle de sept à dix jours, du mois de juillet jusqu'au défanage des plants (RAP, 2017). Le mancozèbe et le chlorothalonil sont des fongicides utilisés depuis longtemps. Ces deux produits ont fait l'objet d'une réévaluation par l'ARLA au cours des dernières années. L'ARLA a l'intention de proposer un abandon des utilisations du mancozèbe (ARLA, 2019d), alors que l'homologation du chlorothalonil serait maintenue, mais avec de nouvelles recommandations sur l'étiquette des produits à base de chlorothalonil visant à diminuer le nombre d'applications permis par année (ARLA, 2018).

D'autres fongicides, dont l'homologation est plus récente, sont aussi utilisés, soit l'azoxystrobine, la fénamidone, le pyriméthanil, le cymoxanil, le fludioxonil et le zoxamide.

Par ailleurs, des herbicides sont appliqués en début de saison pour contrer les mauvaises herbes pouvant nuire à l'émergence et la croissance des plants. Le métribuzine, le linuron, le  $\beta$ -métolachlore et le rimsulfuron peuvent être utilisés à cette fin.

L'hydrazide maléique, un régulateur de croissance, peut être utilisé au champ pour enrayer ou limiter la germination des pommes de terre pendant l'entreposage. Peu avant la récolte, un défanant à base de diquat est souvent employé pour détruire la partie émergente des plants et favoriser la maturation des tubercules. La chloropicrine, un fumigant du sol utilisé comme bactéricide et fongicide pour mieux contrôler les problèmes de gale commune et de verticilliose, peut parfois être utilisée, par exemple dans les zones où l'on cultive les pommes de terre de semence.

Outre les produits utilisés aux champs, certains produits peuvent aussi être utilisés en entrepôt lors du lavage de la pomme de

terre ou pendant l'entreposage. Ainsi, l'inhibiteur de germination chlorprophame est utilisé en entrepôt durant la période d'entreposage hivernale pour éviter la germination des tubercules. À noter qu'en

Europe, l'autorisation de ce produit n'a pas été renouvelée et que le produit cessera d'être utilisé en juin 2020 (PHYTOWEB, 2019).

## 1.2 Contexte agroclimatique en 2017 et 2018

---

Après des pluies record et des inondations majeures en mai 2017, l'été 2017 a été plutôt sec et plus frais que la normale. En 2018, après un mois de mai et un début juin relativement froid, une chaleur intense s'est installée vers la fin juin et s'est maintenue durant tout l'été avec des chaleurs extrêmes et une canicule du 29 juin au 5 juillet 2018. Les régions de la Montérégie, de la vallée du Saint-Laurent et de l'Est de la province ont connu une sécheresse qualifiée d'anormale à grave en 2018 (MELCC, 2018).

Avec l'apparition plus fréquente d'épisodes de sécheresse durant l'été, de plus en plus de producteurs de pommes de terre ont maintenant recours à l'irrigation. Actuellement, plus de 6 600 ha en culture de pommes de terre, soit environ 38 % des superficies totales, seraient irrigués (Vallée *et al*, 2017). En période de forte chaleur, les pertes d'eau par évapotranspiration sont importantes et peuvent causer un stress hydrique aux plants de pommes de terre. De plus, à une température au-dessus de 28 °C, le plant de pommes de terre arrête ou ralentit son développement. Des périodes de sécheresse qui surviennent à des moments critiques du développement du plant peuvent entraîner des baisses de rendement importantes (Thibault, 2003). La pratique de l'irrigation permet d'atténuer les effets négatifs de ces épisodes de sécheresse et de canicule (Thibault, 2018).

Dans la pomme de terre, l'irrigation se fait principalement par aspersion à l'aide d'asperseurs à haute pression et à tuyaux fixes ou mobiles, ou encore par des rampes ou pivots à basse pression. L'irrigation goutte à goutte, utilisée dans d'autres cultures horticoles, a été évaluée pour la pomme de terre par l'Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA). Selon les conclusions de l'étude, cette technique pourrait offrir des économies d'eau importantes par rapport à l'aspersion, ce qui peut se révéler intéressant du point de vue environnemental en général, mais aussi pour les entreprises agricoles qui ont des réserves d'eau limitées (Vallée *et al*, 2017).

Les conditions climatiques influent également sur le développement des ravageurs. Un temps très chaud peut accélérer le développement de certains insectes (p. ex., doryphore de la pomme de terre, punaise terne, cicadelle). En contrepartie, les températures plus chaudes combinées au temps souvent sec survenues en 2018 sont des conditions défavorables au développement du mildiou de la pomme de terre (Thibault, 2018), l'une des principales maladies susceptibles de causer des dommages aux plants de pommes de terre.

## 2 MÉTHODOLOGIE

### 2.1 Eau de surface

Les cours d'eau échantillonnés sont les ruisseaux Point-du-Jour et Chartier, tous deux situés dans le bassin versant de la rivière L'Assomption (région de Lanaudière) et la rivière Blanche, un tributaire de la rivière Portneuf (région de la Capitale-Nationale). Les résultats du suivi des trois cours d'eau sont présentés à la section 3.

En 2018, la proportion en culture de pommes de terre dans les bassins versants de ces cours d'eau est de 8 % pour le ruisseau Point-du-Jour, de 30 % pour le ruisseau Chartier et de 7 % pour la rivière Blanche. La répartition des superficies en culture dans les bassins de ces trois cours d'eau est présentée de façon plus détaillée dans les sections suivantes.

Les échantillons d'eau pour le ruisseau Point-du-Jour ont été prélevés par un « observateur » qui demeure à proximité de la station d'échantillonnage, ceux du ruisseau Chartier ont été prélevés par l'organisme de bassin versant CARA (Corporation de l'aménagement de la rivière L'Assomption) et ceux de la rivière Blanche par la CAPSA (organisme de bassin versant de la rivière Sainte-Anne, Portneuf et secteur La Chevrotière). Les coordonnées des stations et le plan d'échantillonnage sont présentés au tableau 2. Pour chacune des deux années, les échantillons ont été prélevés deux fois par semaine du 21 mai au 30 août, pour un total de 29 à 33 échantillons selon la station et l'année.

Tableau 2 Plan d'échantillonnage des cours d'eau en 2017 et 2018

Cours d'eau	N° BQMA	Coordonnées	Année	Nombre d'échantillon par type d'analyse			
				OPS +	PEM	ETU	DIQ-PAQ
Ruisseau Point-du-Jour	5220561	45.849393 -73.408711	2017	29	29	29	-
			2018	33	33	-	3
Ruisseau Chartier	5220562	45.979473 -73.366981	2017	30	30	30	-
			2018	33	33	-	3
Rivière Blanche	5070023	46.80512 -71.745857	2017	30	30	30	-
			2018	33	33	-	3

BQMA : Base de données sur la qualité du milieu aquatique  
OPS+ : pesticides organophosphorés, carbamates, triazines et autres  
PEM : pesticides émergents  
ETU : éthylène thiourée  
DIQ-PAQ : diquat et paraquat

Les résultats sont mis en relation avec les données de précipitations aux stations météorologiques voisines de chacun des cours d'eau échantillonnés, soit la station météorologique de Louiseville (7014332) dans le cas des ruisseaux Point-du-Jour et Chartier et la station Sainte-Catherine-de-la-Jacques-Cartier (7011190) pour la rivière Blanche.

La liste des pesticides couverts pour chaque type d'analyse est présentée au tableau 3 et une description sommaire des méthodes d'analyse est présentée à l'annexe 2.

Les critères de qualité de l'eau pour la protection de la vie aquatique (tableau 3) sont utilisés pour interpréter les résultats

d'analyse et évaluer le risque pour les espèces aquatiques. Le principal critère de qualité de l'eau pour l'interprétation des résultats sur la présence de pesticides en eau de surface est le critère de vie aquatique chronique (CVAC). Il s'agit d'une valeur de référence qui correspond à la concentration maximale d'une substance à laquelle les organismes aquatiques peuvent être exposés pendant toute leur vie sans qu'eux-mêmes ou leur progéniture subissent d'effets néfastes. Dans le milieu, toute concentration au-dessus de ce critère, lorsqu'elle est maintenue suffisamment longtemps (quatre jours), est susceptible de causer un effet indésirable. De faibles dépassements du CVAC n'auront pas nécessairement d'effets

sur les organismes aquatiques si leur durée et leur intensité sont limitées et s'il y a des périodes de compensation où la concentration dans le milieu est inférieure à celle du critère. Plus la concentration excède le CVAC, plus la durée pendant laquelle elle peut être tolérée est courte (MELCC, 2019a).

Pour quelques pesticides, on dispose aussi d'un critère de vie aquatique aigu (CVAA). Il s'agit de la concentration maximale d'une substance à laquelle les organismes aquatiques peuvent être exposés pour une courte période (une heure) sans être gravement touchés. Lorsque des concentrations au-delà de ce critère sont présentes, même une seule fois, des dommages à certaines espèces aquatiques sont possibles, dont l'étendue dépend de l'ampleur et de la durée du dépassement (MELCC, 2019a).

Les critères de qualité de l'eau sont évolutifs et peuvent changer en fonction de la disponibilité de nouvelles études écotoxicologiques, l'objectif étant de protéger le mieux possible l'ensemble des espèces aquatiques, incluant les plus sensibles. Avec la publication de nouvelles données écotoxicologiques ces dernières années pour les insecticides néonicotinoïdes, des critères de qualité de l'eau individuels pour chacun des produits de cette famille sont en préparation par le Conseil canadien des

ministres de l'Environnement (CCME). Lorsqu'ils seront disponibles, ces nouveaux critères pourraient être retenus au Québec pour remplacer le critère unique actuellement utilisé.

### **L'analyse statistique des tendances temporelles**

Le traitement statistique appliqué est le test de Wilcoxon (test de la somme des rangs de Wilcoxon) avec lequel on a comparé les concentrations de deux groupes d'années, soit les années 2010 et 2012 avec le groupe d'années 2017 et 2018. Les résultats des analyses statistiques auraient peut-être été différents si l'échantillonnage avait été également réparti de 2010 à 2012 plutôt que sur deux années non consécutives.

La limite de détection étant généralement variable, la plus élevée des limites de détection a été utilisée pour l'attribution des rangs préalablement à l'application du test de Wilcoxon. Cependant, comme la limite de détection est variable, les différences des moyennes pourraient en partie être attribuables à un artefact lié à la variabilité de ces limites. Il est donc préférable de se fier à la *p-value* du test de Wilcoxon plutôt qu'à une simple comparaison de moyennes pour statuer sur la significativité de la tendance. Une valeur de *p* inférieure à 0,05 indique une tendance significative.

**Tableau 3 Pesticides analysés et critères de qualité de l'eau pour la protection de la vie aquatique**

	Ingrédient actif	CVAC <sup>1</sup>	CVAA <sup>1</sup>		Ingrédient actif	CVAC <sup>1</sup>	CVAA <sup>1</sup>
<b>OPS+</b>	Aldrine	0,017	0,15	<b>OPS+</b> <b>(suite)</b>	Napropamide		
	Atrazine	1,8 <sup>2</sup>	50		Parathion	0,013	0,065
	<i>Déséthyl-atrazine</i>			Méthyl-parathion			
	<i>Déisopropyl-atrazine</i>			Pendiméthaline			
	Azinphos-méthyl	0,01		Perméthrine	0,004 <sup>4</sup>	0,044 <sup>4</sup>	
	Azoxystrobine	1,24 <sup>3</sup>		Phorate			
	Bendiocarbe			Phosalone			
	Boscalide	12		Phosmet			
	Bromacil	5 <sup>4</sup>		Pirimicarbe			
	Butilate	56 <sup>4</sup>	1 300	Propiconazole	3,7		
	Captafol			Propoxur			
	Captane	1,3 <sup>4</sup>		Propyzamide			
	Carbaryl	0,2		Pyraclostrobine			
	<i>1-naphtol</i>			Quintozène	1,4 <sup>4</sup>		
	Carbofuran	1,8		Simazine	10	160	
	Carfentrazone-éthyl			Tébutiuron	1,6 <sup>4</sup>		
	Chorfenvinphos			Terbufos			
	Chloronèbe	16 <sup>4</sup>	370 <sup>4</sup>	Trifloxystrobine	0,044		
	Chlorothalonil	0,18 <sup>4</sup>		Trifluraline	0,2		
	Chloroxuron			Trinexapac-éthyl			
	Chlorprophame	45 <sup>4</sup>	600 <sup>4</sup>	Triticonazole	16		
	Chlorpyrifos	0,002 <sup>4</sup>	0,02 <sup>4</sup>	<b>PESTICIDES</b>	Acétamipride		
	Cyanazine	2 <sup>4</sup>	1 000	<b>ÉMERGENTS</b>	Azoxystrobine	1,24 <sup>3</sup>	
	Cyhalothrine-lambda			<b>(PEM)</b>	Chlorantraniliprole	0,22 <sup>4</sup>	0,56 <sup>4</sup>
	Cyperméthrine				Chlorimuron éthyl		
	Deltaméthrine	0,0004			Clothianidine	0,0083 <sup>5</sup>	0,2
	Diazinon	0,004	0,064		Cyantraniliprole	0,42 <sup>4</sup>	2 <sup>4</sup>
	Dichlobénil				Fénamidone		
	<i>2,6-Dichlorobenzamide</i>				<i>Fénamidone métabolite</i>		
	Dichlorvos				Flumetsulame	3,1 <sup>4</sup>	25 000 <sup>4</sup>
	Dieldrine	0,056	0,24		Flupyradifurone		
	Diméthazone				Imazapyr		
	Diméthénamide	5,6 <sup>4</sup>	260 <sup>4</sup>		Imazéthapyr	8,1 <sup>4</sup>	34 000 <sup>4</sup>
	Diméthoate	6,2 <sup>4</sup>			Imidaclopride	0,0083 <sup>5</sup>	0,2
	Dimétomorphe				<i>Imidaclopride-guanidine</i>		
	Disulfoton				<i>Imidaclopride-oléfine</i>		
	Diuron	1,6			<i>Imidaclopride-urée</i>		
	EPTC	39 <sup>4</sup>	880 <sup>4</sup>		Isoxaflutole		
	Fluazinam				Mésotrione		
	Fludioxonil				Nicosulfuron		
	Fonofos				Pyriméthanyl		
	Iprodion	4 <sup>4</sup>	91 <sup>4</sup>		Rimsulfuron	4,6 <sup>4</sup>	
	Linuron	7 <sup>4</sup>			Sulfosulfuron		
	Malathion	0,1			Thiaclopride	0,064 <sup>5 et 6</sup>	0,77 <sup>5</sup>
	Métalaxyl	129			Thiaméthoxame	0,0083 <sup>5</sup>	0,2
	Méthidathion			<b>DIQ-PAQ</b>	Diquat	0,5	
	Méthoxychlore	0,03			Paraquat		
	<i>γ</i> -Métolachlore	7,8 <sup>4</sup>	110		Paraquat (en dichlorures)		
	Métribuzine	1 <sup>4</sup>		<b>ETU</b>	<i>Éthylène-thiourée</i>		
	Mévinphos						
	Myclobutanil	11 <sup>4</sup>	240 <sup>4</sup>				

1 MELCC (2019a)

2 CVAC pour la somme de l'atrazine et de ses produits de dégradation.

3 Valeur guide estimée à partir d'un ensemble réduit de données écotoxicologiques (Giroux, Laverdière et Grenon, 2013).

4 Critère provisoire.

5 De nouveaux critères pour les néonicotinoïdes sont en préparation par le CCME.

6 Kontiokari et Mattsof (2011).

7 La valeur de 800 est pour la matière active et celle de 65, pour la formulation.



## 2.2 Puits individuels

Des puits individuels situés à proximité de champs en culture de pommes de terre ont été utilisés comme points d'échantillonnage de l'eau souterraine. Ce sont des puits de producteurs agricoles ou de voisins de producteurs. En 2017 et 2018, 53 puits répartis dans 34 municipalités ont été échantillonnés (tableau 4). Les prélèvements ont été effectués une seule fois à l'automne, soit entre le 18 octobre et le 18 décembre 2017 et entre le 19 septembre 2018 et le 16 janvier 2019. En 2017, 27 puits ont été échantillonnés et 26 puits additionnels l'ont été en 2018, pour un total de 53 puits. De ce nombre, 16 avaient été échantillonnés lors de campagnes d'échantillonnage antérieures.

Les échantillons sont prélevés au robinet de la résidence ou du bâtiment desservi par le puits. L'échantillon est prélevé après avoir laissé couler l'eau pendant environ cinq minutes pour vider les tuyaux et obtenir de l'eau

fraîchement pompée. Pour chaque puits, de l'information est recueillie sur l'emplacement et les caractéristiques du puits. Lorsqu'il s'agit d'un puits de producteur de pommes de terre, certains renseignements agronomiques sont aussi consignés (pesticides utilisés dans les champs voisins du puits, culture de rotation, pourcentage de matières organiques, etc.). En 2017, la liste des paramètres analysés a varié d'un puits à l'autre selon les produits utilisés par le producteur, mais les analyses OPS+, pesticides émergents (PEM), diquat-paraquat (DIQ-PAQ) et nitrites-nitrates ont été effectuées partout. En fonction des résultats obtenus en 2017, les analyses OPS+, PEM, glyphosate-AMPA (GLY-AMPA) et nitrites-nitrates ont été effectuées pour tous les puits en 2018. Les nitrites-nitrates sont mesurés à titre de paramètre complémentaire comme un indicateur de la vulnérabilité du puits à la contamination. Les résultats sont présentés à la section 4.

## 2.3 Installations municipales de production d'eau potable

Entre 2017 et 2018, neuf installations municipales de production d'eau potable, situées dans les régions du Saguenay–Lac-Saint-Jean, de la Capitale-Nationale, de la Mauricie et de Chaudière-Appalaches, ont fait l'objet de campagnes d'échantillonnage pour l'analyse de pesticides. Ces installations étaient approvisionnées par un total de 21 puits distincts.

Le choix de ces installations s'est fait en fonction de certains critères, dont un indice DRASTIC<sup>1</sup> élevé (MELCC, 2019b) et la présence de cultures de pommes de terre à proximité des puits. Les résultats pour les nitrates-nitrites dans l'eau distribuée par ces installations, obtenus dans le cadre du suivi des exigences du [Règlement sur la qualité de l'eau potable](#) (RQEP) et transmis au Ministère par les laboratoires accrédités, ont également été considérés pour la sélection de ces installations.

Lorsque plusieurs puits approvisionnaient une installation de production, ceux-ci ont été échantillonnés individuellement (eau brute). Pour chaque installation de traitement, un échantillon a également été prélevé (eau traitée ou eau distribuée). Les analyses effectuées, soit : OPS+, PEM, diquat-paraquat, GLY-AMPA et PESARY couvrent 130 pesticides.

Trois installations de production d'eau potable ont fait l'objet de trois campagnes d'échantillonnage, soit à l'automne 2017 (entre septembre et octobre), à l'hiver 2018 (entre janvier et février) et à l'été 2018 (en juillet). Les six autres installations ont fait l'objet d'une campagne d'échantillonnage entre les mois d'août et d'octobre 2018. Les résultats sont présentés à la section 5.

Tant pour les puits individuels que pour les installations municipales de production d'eau potable, les normes du RQEP ont été utilisées

<sup>1</sup> Cette méthode permet d'évaluer la susceptibilité d'un contaminant qui serait présent à la surface à s'infiltrer dans le sol et à percoler verticalement jusqu'à la nappe d'eau souterraine.

Plus un contaminant devra parcourir une grande distance et mettre du temps pour atteindre une nappe, moins l'eau souterraine sera vulnérable.

dans l'interprétation des résultats. En ce qui concerne les pesticides pour lesquels il n'existe pas de norme québécoise, des valeurs de

référence proposées par l'Agence de protection de l'environnement des États-Unis (USEPA) ont été utilisées.

**Tableau 4 Répartition du nombre de puits individuels échantillonnés par municipalité et par région**

Région	Municipalité	N par municipalité		N total région
		2017	2018	
Bas-Saint-Laurent	Saint-Arsène		1	5
	Baie-des-Sables		1	
	Rimouski		1	
	Trois-Pistoles		1	
	Isle Verte		1	
Saguenay-Lac-Saint-Jean	Saint-Ambroise	2		12
	Bégin	1		
	Péribonka	3		
	Dolbeau-Mistassini	2		
	Saint-Fulgence	1		
	Saint-Honoré		1	
	Albanel		2	
Capitale-Nationale	Pont-Rouge	1		15
	Sainte-Catherine-de-la-Jacques-Cartier	2	1	
	Saint-Raymond	1		
	Saint-Alban	1	2	
	Saint-Ubalde	1		
	Saint-Léonard-de-Portneuf	1		
	Saint-Casimir		1	
	Sainte-Christin-D'Auvergne		1	
	Saint-Laurent (I.O.)	1		
Saint-Jean (I.O.)	1			
Mauricie-Centre-du-Québec	Saint-Léonard-d'Aston		1	1
Chaudière-Appalaches	Lévis	2	1	4
	Beaumont	1		
Lanaudière-Laurentides	Saint-Thomas-de-Joliette	1	4	13
	Saint-Paul	2		
	Lavaltrie	1		
	Lanoraie	1		
	Rawdon	1		
	Sainte-Sophie		2	
	L'Assomption		1	
Montérégie	Saint-Michel-de-Napierville		3	4
	Saint-Rémi		1	
<b>Total</b>		<b>27</b>	<b>26</b>	<b>53</b>

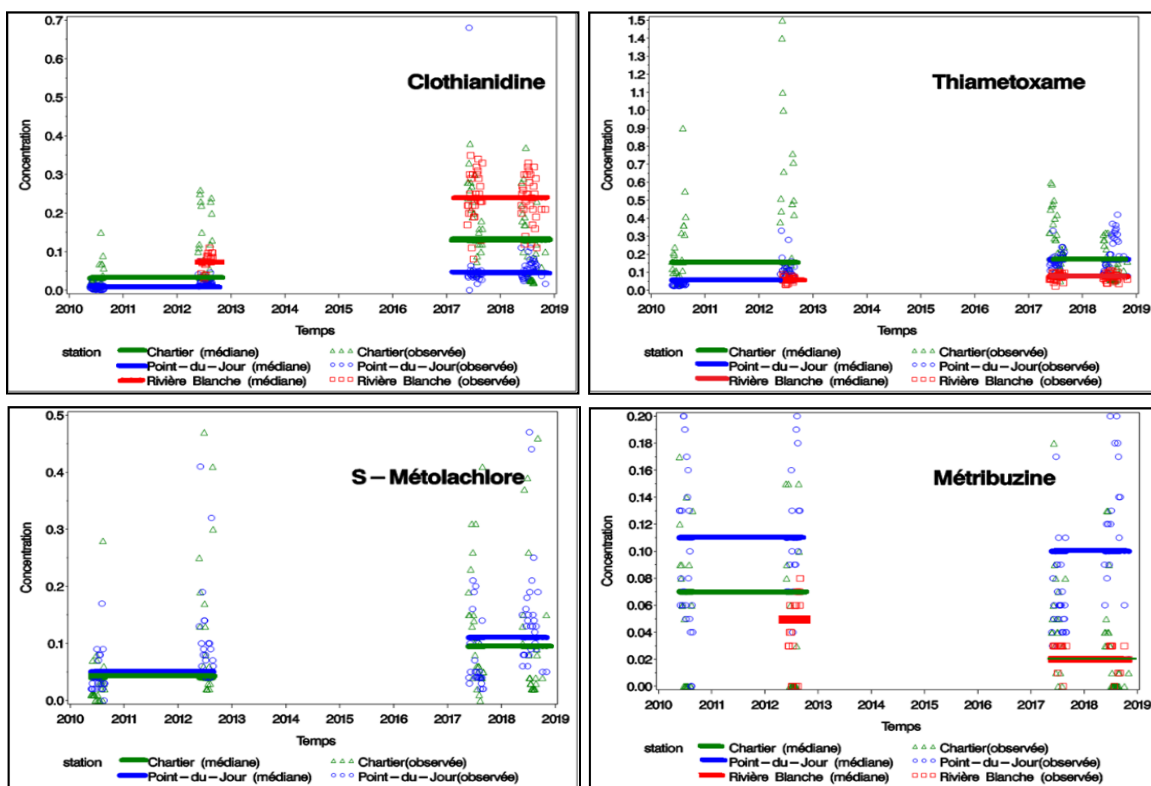
### 3 RÉSULTATS DU SUIVI DANS TROIS COURS D'EAU

Plusieurs pesticides sont détectés en même temps dans l'eau des trois cours d'eau échantillonnés. On a trouvé entre 8 et 16 pesticides simultanément dans les échantillons d'eau du ruisseau Point-du-Jour, entre 5 et 16 dans ceux du ruisseau Chartier et entre 6 et 10 dans ceux de la rivière Blanche. Des pesticides utilisés dans la culture des pommes de terre, mais aussi dans d'autres cultures, ont été détectés dans les trois cours d'eau échantillonnés. Les principaux sont les herbicides  $\beta$ -métochloré et métribuzine, les insecticides néonicotinoïdes thiaméthoxame, clothianidine et imidaclopride ainsi que les fongicides azoxystrobine et fénamidone. En comparaison des deux dernières campagnes d'échantillonnage (2010 et 2012), on remarque

aussi l'apparition de l'insecticide chlorantraniliprole et du fongicide pyriméthanil.

Globalement, en comparaison des campagnes d'échantillonnage précédentes (2010 et 2012), l'analyse statistique des concentrations à l'aide du test de Wilcoxon montre que les concentrations de clothianidine sont à la hausse dans les trois cours d'eau, celles du thiaméthoxame et du  $\beta$ -métochloré sont à la hausse pour deux des trois cours d'eau, et celles du métribuzine sont à la baisse pour deux des trois cours d'eau (figure 2). Le détail de l'analyse est présenté plus loin.

Dans les trois cours d'eau, les insecticides néonicotinoïdes sont les pesticides qui dépassent le plus souvent le CVAC.



Note : la rivière Blanche a été échantillonnée en 2012 seulement

**Figure 2** Comparaison des concentrations ( $\mu\text{g/l}$ ) des insecticides clothianidine et thiaméthoxame et des herbicides  $\beta$ -métochloré et métribuzine entre 2010 et 2012 et 2017-2018 aux stations Point-du-Jour, Chartier et Blanche

## 3.2 Ruisseau Point-du-Jour

Le bassin du ruisseau Point-du-Jour couvre une superficie d'environ 73 km<sup>2</sup> dans la portion aval du bassin de la rivière L'Assomption. L'aire d'alimentation de ce ruisseau draine des parties des municipalités de L'Assomption, de Lavaltrie et de Lanoraie ainsi qu'une faible portion des municipalités de Saint-Paul et de Saint-Thomas. Environ 43 % de la superficie du bassin du ruisseau Point-du-Jour est occupée par des cultures (figure 3). Le maïs et le soya y couvrent

41,2 % de la surface cultivée et les céréales, environ 10 %. La pomme de terre représente quant à elle 20,4 % de la superficie cultivée. D'autres cultures maraîchères sont aussi présentes sur 6,4 % de la superficie cultivée. Des cultures de petits fruits (bleuets en corymbe, fraises et framboises) sont également présentes dans le bassin versant du ruisseau Point-du-Jour, pour environ 1,3 % de la superficie cultivée.

### 3.2.1 Fréquence de détection et dépassements des critères de qualité de l'eau

Plusieurs pesticides ou produits de dégradation de pesticides ont été détectés dans le ruisseau Point-du-Jour, soit 22 en 2017 et 24 en 2018 (tableau 5). Les herbicides  $\beta$ -métholachlore et métribuzine, deux produits notamment utilisés dans la culture de la pomme de terre, sont détectés dans tous les échantillons. Le linuron, un autre herbicide utilisé dans la culture de la pomme de terre, est détecté en moyenne dans 22,7 % des échantillons. Notons aussi que le 2,6-dichlorobenzamide (ou BAM), un produit de dégradation de l'herbicide dichlobénil qui est utilisé dans la culture des petits fruits, est détecté en moyenne dans 80 % des échantillons. Une dizaine d'autres herbicides, comme l'atrazine et l'imazéthapyr reliés aux cultures de maïs et de soya, ont aussi été détectés, mais dans une proportion moins importante.

En 2018, l'herbicide métribuzine dépasse le CVAC de 1 µg/l dans deux échantillons, soit 6,1 % des échantillons, et le diuron dépasse son CVAC de 1,6 µg/l dans un échantillon, 3 % des échantillons (tableau 6). L'amplitude du dépassement pour la valeur maximale mesurée pour le métribuzine est de 7,8 fois le CVAC. La présence du diuron dans le ruisseau Point-du-Jour pourrait s'expliquer par son usage dans des cultures d'asperges ou de raisins présentes dans le bassin versant. Toutefois, compte tenu du profil de concentration très similaire à celui du linuron

(voir la figure A de l'annexe 2), il est fort probable que la détection du diuron résulte plutôt d'un biais analytique déjà décrit dans des rapports antérieurs. En effet, lors du traitement en laboratoire, une partie du linuron présent dans l'échantillon peut se transformer en diuron, ce qui expliquerait sa détection. Il est donc possible que les concentrations de linuron soient sous-estimées.

Les insecticides néonicotinoïdes thiaméthoxame, clothianidine et imidaclopride ont été détectés en moyenne dans 100 %, 98 % et 92,4 % des échantillons respectivement. Ces produits dépassent le CVAC de 0,0083 µg/l dans 100 % des échantillons dans le cas du thiaméthoxame, dans plus de 96 % des échantillons pour ce qui est de la clothianidine et dans plus de 82 % des échantillons dans le cas de l'imidaclopride (tableau 6). L'insecticide chlorantraniliprole a aussi été détecté dans tous les échantillons, mais les concentrations mesurées ne dépassent pas le CVAC de 0,22 µg/l. Parmi les autres insecticides qui dépassent leur CVAC, on note le chlorpyrifos, le carbofuran et le carbaryl.

Six fongicides ont été détectés dans le ruisseau. Ce sont principalement l'azoxystrobine et le pyriméthanil, détectés respectivement dans 98,3 % et 49,5 % des échantillons.



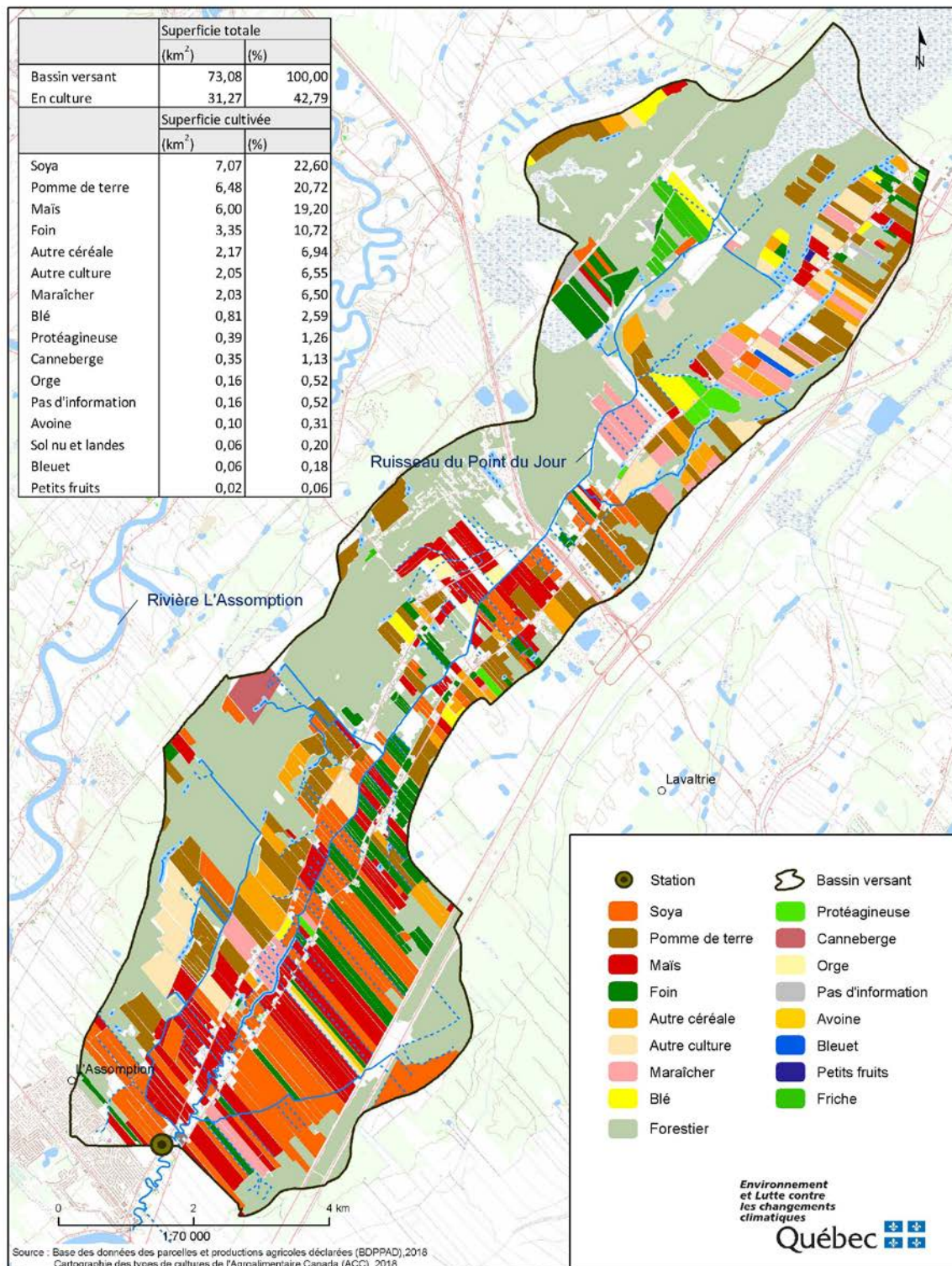


Figure 3 Cultures dans le bassin versant du ruisseau Point-du-Jour en 2018



**Tableau 5 Pesticides détectés dans le ruisseau Point-du-Jour**

	Fréquence de détection %			Concentration maximale µg/l	Fréquence de détection %			Concentration médiane µg/l	Concentration maximale µg/l
	2010	2012	Moyenne		2017	2018	Moyenne		
<b>Herbicides</b>									
S-Métolachlore	96,1	100	98,1	0,9	100	100	100	0,11	0,74
Métribuzine	92,3	100	96,2	1,5	100	100	100	0,1	<b>7,8</b>
2,6-Dichlorobenzamide	46,1	28,6	37,4	0,22	96,5	63,6	80	0,08	0,28
Atrazine	57,7	46,4	52,1	0,36	27,6	0	13,8	< LD	0,17
Linuron	23,1	21,4	22,3	1,2	0	45,4	22,7	< LD	3,6
Imazéthapyr	NA	NA	0	< LD	6,9	45,4	22,7	< LD	0,033
Diuron *	0	7,1	3,6	0,57	0	21,2	10,6	< LD	<b>1,8</b>
Rimsulfuron	NA	NA	0	< LD	0	6	3	< LD	0,007
Mésotrione	NA	NA	0	< LD	3,4	0	1,7	< LD	0,028
Dééthyl-atrazine	7,7	14,3	11	0,18	3,4	0	1,7	< LD	0,04
Diméthénamide	26,9	0	13,5	0,06	0	3	1,5	< LD	0,04
Désisopropyl-atrazine	3,8	0	1,9	0,07	0	0	0	< LD	< LD
Simazine	3,8	0	1,9	0,01	0	0	0	< LD	< LD
EPTC	0	0	0	< LD	0	3	1,5	< LD	0,01
Chlorimuron-éthyl	NA	NA	NA	NA	0	3	1,5	< LD	0,022
<b>Inhibiteur de germination</b>									
Chlorprophame	NA	NA	NA	NA	10,3	21,2	15,8	< LD	0,55
<b>Insecticides</b>									
Thiaméthoxame	100	100	100	<b>0,33</b>	100	100	100	<b>0,17</b>	<b>0,42</b>
Chlorantraniliprole	NA	NA	0	< LD	100	100	100	0,047	0,21
Clothianidine	100	100	100	<b>0,075</b>	96,5	100	98,3	<b>0,0465</b>	<b>0,68</b>
Imidaclopride	100	100	100	<b>0,11</b>	100	84,8	92,4	<b>0,018</b>	<b>0,035</b>
Cyantraniliprole	NA	NA	NA	NA	3,4	48,5	26	< LD	0,027
Carbofuran	7,7	0	3,9	1,6	17,2	9,1	13,2	< LD	<b>3,2</b>
Carbaryl	11,5	3,6	7,6	<b>0,42</b>	10,3	0	5,2	< LD	<b>0,53</b>
Chlorpyrifos	0	3,6	1,8	<b>0,07</b>	0	9,1	4,6	< LD	<b>0,02</b>
Imidaclopride-guanidine	14,8	-	7,4	0,015	0	9	4,5	< LD	0,006
Flupyradifurone	NA	NA	NA	NA	6,9	0	3,5	< LD	0,081
1-Naphthol	NA	NA	NA	NA	3,4	0	1,7	< LD	0,08
Diméthoate	-	3,6	1,8	0,5	3,4	0	1,7	< LD	0,03
Imidaclopride-urée	11,1	7,1	9,1	0,2	0	0	0	< LD	< LD
Perméthrine	15,4	0	7,7	0,08	0	0	0	< LD	< LD
Deltaméthrine	3,8	0	1,9	0,05	0	0	0	< LD	< LD
Malathion	3,8	0	1,9	0,03	0	0	0	< LD	< LD
Bendiocarbe	3,8	0	1,9	0,07	0	0	0	< LD	< LD
<b>Fongicides</b>									
Azoxystrobine	0	96,4	48,2	0,052	96,5	100	98,3	0,015	0,79
Pyriméthanil	NA	NA	NA	NA	41,4	57,6	49,5	0,002	0,17
Fénamidone	40,7	71,4	56,05	0,31	48,3	6,1	27,2	< LD	0,033
Boscalide	NA	NA	NA	NA	0	27,3	13,7	< LD	0,58
Diméthomorphe	15,4	0	7,7	0,36	0	9,1	4,6	< LD	0,89
ETU	4,1	5	4,55	0,8	3,4	0	1,7	< LD	0,11
Fénamidone-métabolite	25,9	7,1	16,5	0,077	0	0	0	< LD	< LD
Myclobutanil	3,8	0	1,9	0,04	0	0	0	< LD	< LD
<b>Nombre total</b>	<b>25</b>	<b>18</b>			<b>22</b>	<b>24</b>			

Gras : la concentration maximale qui dépasse le CVAC.

NA : non analysé.

\* Lors de l'analyse, le chauffage de l'échantillon à haute température transforme une partie du linuron en un sous-produit dont la forme chimique est très apparentée à celle du diuron, à tel point qu'il est difficile de les distinguer. Cette difficulté analytique a déjà été décrite dans les suivis antérieurs (Giroux et Fortin, 2010; Giroux, 2014).

LD : limite de détection



**Tableau 6 Dépassements des critères de qualité de l'eau dans le ruisseau Point-du-Jour**

	CVAC (µg/l)	Fréquence de dépassement du CVAC (%)		Concentrations qui dépassent CVAC (µg/l)	Amplitude des dépassements du CVAC	Fréquence de dépassement du CVAC (%)		Concentrations qui dépassent CVAC (µg/l)	Amplitude des dépassements du CVAC
		2010	2012			2017	2018		
<b>Herbicides</b>									
Métribuzine	1	0	3,6	1,5	1,5	0	6,1	1,4 - 7,8	1,4 - 7,8
Diuron	1,6	0	0	-	-	0	3	1,8	1,1
<b>Insecticides</b>									
Thiaméthoxame	0,0083	100	100	0,023 - 0,33	2,8 - 40	100	100	0,078 - 0,42	9 - 51
Clothianidine	0,0083	14,8	100	0,01 - 0,075	1,2 - 9	96,5	100	0,017 - 0,68	2 - 82
Imidaclopride	0,0083	92,6	89,3	0,01 - 0,11	1,2 - 13	100	81,8	0,009 - 0,035	1 - 4
Perméthrine	0,004	15,4	0	0,03 - 0,08	7,5 - 20	0	0	-	-
Deltaméthrine	0,0004	3,8	0	0,05	125	0	0	-	-
Carbofuran	1,8	0	0	-	-	3,4	0	3,2	2
Carbaryl	0,2	3,8	0	0,42	2,1	3,4	0	0,53	2,6
Chlorpyrifos	0,002	0	3,6	0,07	35	0	9,1	0,02	10

### 3.2.2 Analyse des profils et tendances

Pour illustrer les fluctuations saisonnières, les figures 4 et 5 montrent le profil des concentrations de quelques herbicides, insecticides et fongicides dans le ruisseau Point-du-Jour. Les pointes de concentrations des herbicides surviennent en début de saison, tandis que celles pour les fongicides se produisent plutôt en fin de saison. Des pointes de concentrations élevées pour plusieurs substances sont survenues en 2018, malgré des précipitations généralement plus faibles cette année-là. En particulier, on note une pointe de concentration de métribuzine (7,8 µg/l) et de linuron (3,6 µg/l) le 8 juillet ainsi que des pointes pour deux fongicides, soit le diméthomorphe et le boscalide, en août. Ces pointes pourraient s'expliquer par des averses locales plus intenses ou par des mécanismes autres que le transport par l'eau de pluie (dérive par le vent, applications ou manipulations des pesticides trop près du cours d'eau, etc.).

Parmi les insecticides, le thiaméthoxame est celui détecté en plus forte concentration tout au long de la période d'échantillonnage en 2017 et 2018. Comparativement aux profils de l'année 2012 (Giroux, 2014), où les pointes de concentration étaient survenues en mai et juillet à la suite d'événements de pluie, l'année 2018 se distingue par une concentration croissante et régulière de

thiaméthoxame vers la fin de la saison, mais sans lien apparent avec les épisodes de pluie. Le même constat prévaut pour le chlorantraniliprole, mais avec des concentrations plus faibles. Plusieurs mécanismes peuvent intervenir pour transporter les pesticides vers le cours d'eau (dérive au moment de l'application, apport par les eaux de pluie sous forme soluble ou adsorbée aux particules du sol, déversements accidentels, etc.). Toutefois, ces mécanismes se traduisent habituellement par des pics de concentrations élevées, mais de courte durée.

En 2018, les concentrations croissantes et régulières du thiaméthoxame et du chlorantraniliprole pendant toute la saison suggèrent un mécanisme différent. Ces profils pourraient s'expliquer par le fait que dans les champs régulièrement irrigués, l'apport continu en eau tout au long de la saison pourrait contribuer à transporter de manière plus constante les pesticides (notamment ceux comme les néonicotinoïdes appliqués sur le planton ou dans le sillon) vers les drains souterrains ou la nappe d'eau souterraine pour faire ensuite résurgence dans le cours d'eau.

En ce qui concerne les tendances à long terme, une analyse statistique a été appliquée pour comparer les concentrations mesurées entre les deux groupes d'années<sup>2</sup>, soit 2010

<sup>2</sup> Tests de comparaison à l'aide du test de Wilcoxon.

et 2012 avec 2017-2018. L'analyse montre dans le ruisseau Point-du-Jour une hausse statistiquement significative de l'herbicide *S*-métolachlore et des insecticides clothianidine et thiaméthoxame (tableau 7), tendance probablement causée par une augmentation de l'usage de ces substances dans le bassin versant.

Par contre, l'atrazine (non associé à la culture des pommes de terre) connaît une baisse significative des concentrations, baisse qui résulte probablement d'une diminution de l'utilisation du produit dans le maïs au cours des dernières années. Pour les autres produits détectés qui ont fait l'objet d'un traitement statistique (imidaclopride, métribuzine et linuron), aucune tendance n'est perceptible.

Les figures 6 et 7 montrent plus spécifiquement le profil des concentrations pour les produits qui présentent des

dépassements des CVAC en 2017 et en 2018. Ces figures montrent que les insecticides néonicotinoïdes dépassent leur CVAC durant toute ou presque toute la période d'échantillonnage, selon le produit, avec une amplitude souvent importante, soit 9 à 51 fois la valeur du critère pour le thiaméthoxame, 2 à 82 fois pour la clothianidine et 1 à 4 fois pour l'imidaclopride.

Les autres pesticides, soit le carbofuran, le carbaryl, le diuron et le métribuzine, ne dépassent leur CVAC que de manière épisodique.

Les concentrations de chlorpyrifos ont dépassé le CVAC avec une forte amplitude (10 fois) à trois reprises. Cependant, comme la limite de détection (LD) de l'analyse est plus élevée que le CVAC, la fréquence des dépassements du CVAC pourrait être sous-estimée.

**Tableau 7 Comparaison des concentrations 2017-2018 avec les campagnes d'échantillonnage de 2010 et 2012 dans le ruisseau Point-du-Jour**

Pesticide	nA	nB	Rang moyen A	Rang moyen B	P-value du test de Wilcoxon (approximation t)	Interprétation de la tendance
<b>Herbicides</b>						
Atrazine	54	62	73,5	45,5	<0,0001	Baisse significative
Linuron	54	62	58,2	58,7	0,91	Non significative
Métribuzine	54	62	59,6	57,5	0,74	Non significative
S-Métolachlore	54	62	47,2	68,4	0,00	Hausse significative
<b>Insecticides</b>						
Clothianidine	55	62	31,6	83,3	<0,0001	Hausse significative
Thiaméthoxame	55	62	34,2	81,0	<0,0001	Hausse significative
Imidaclopride	55	62	60,8	57,4	0,59	Non significative

A : années 2010 et 2012  
 B : années 2017 et 2018

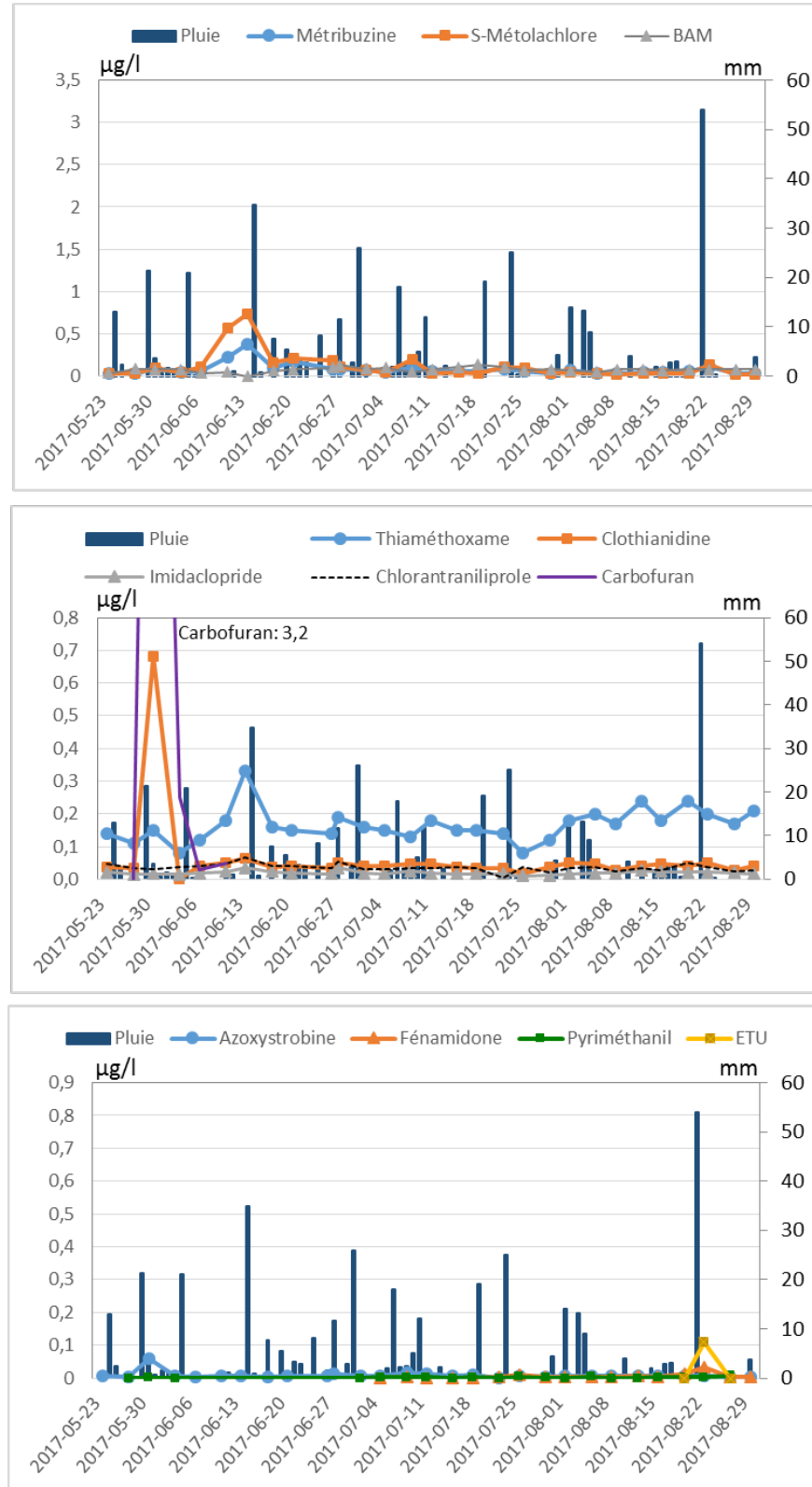


Figure 4 Profil des concentrations de quelques pesticides dans le ruisseau Point-du-Jour en 2017

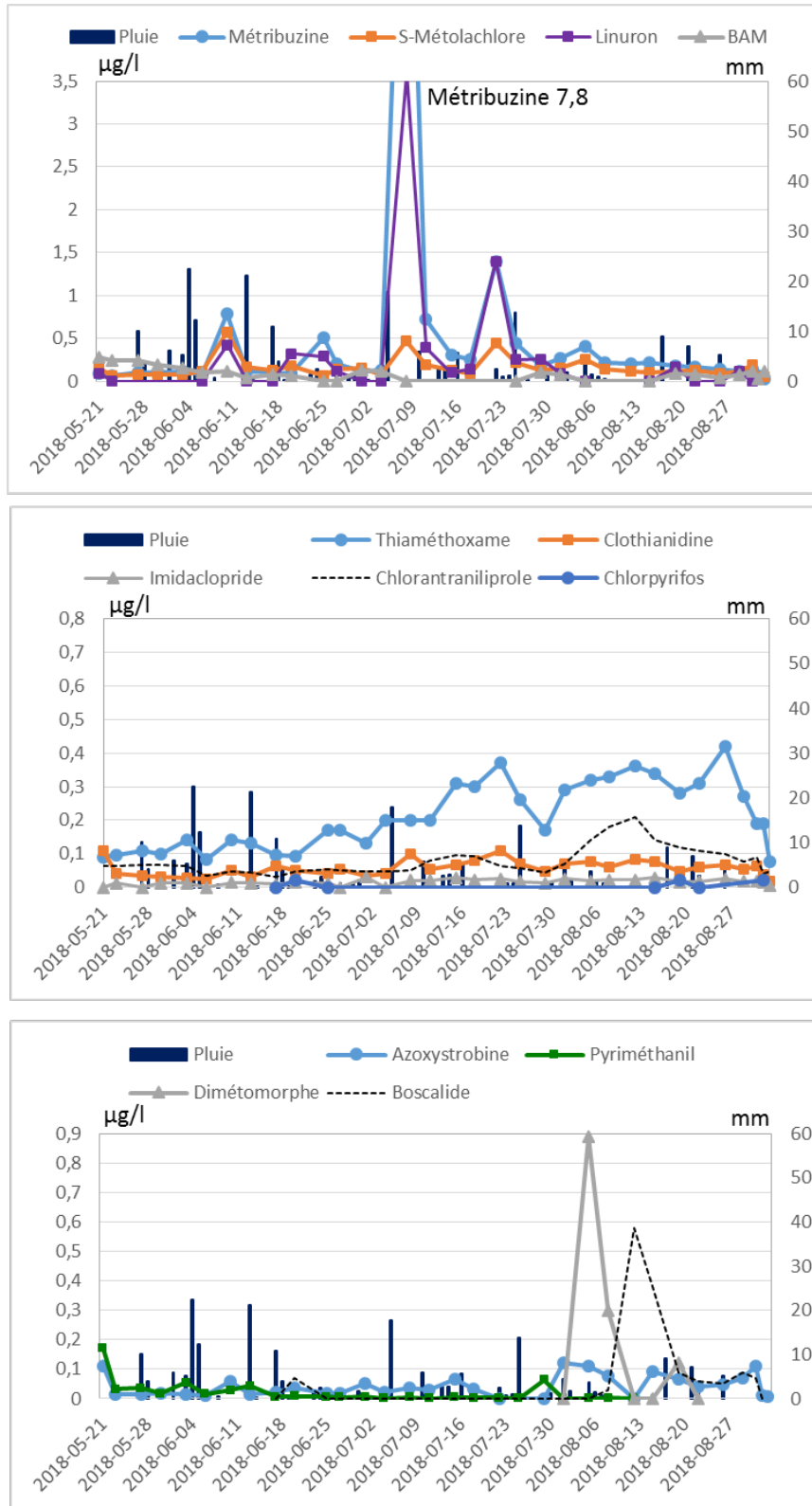


Figure 5 Profil des concentrations de quelques pesticides dans le ruisseau Point-du-Jour en 2018

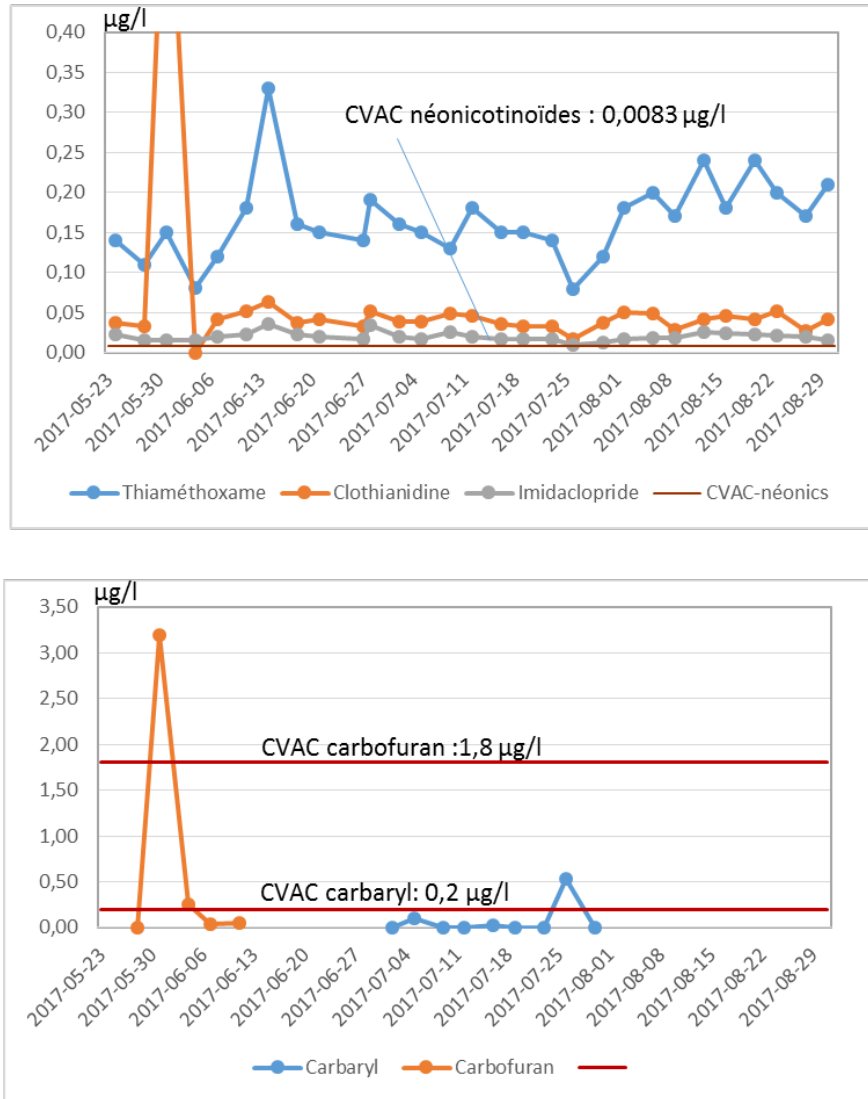


Figure 6 Profil des concentrations des pesticides qui ont dépassé le CVAC dans le ruisseau Point-du-Jour en 2017

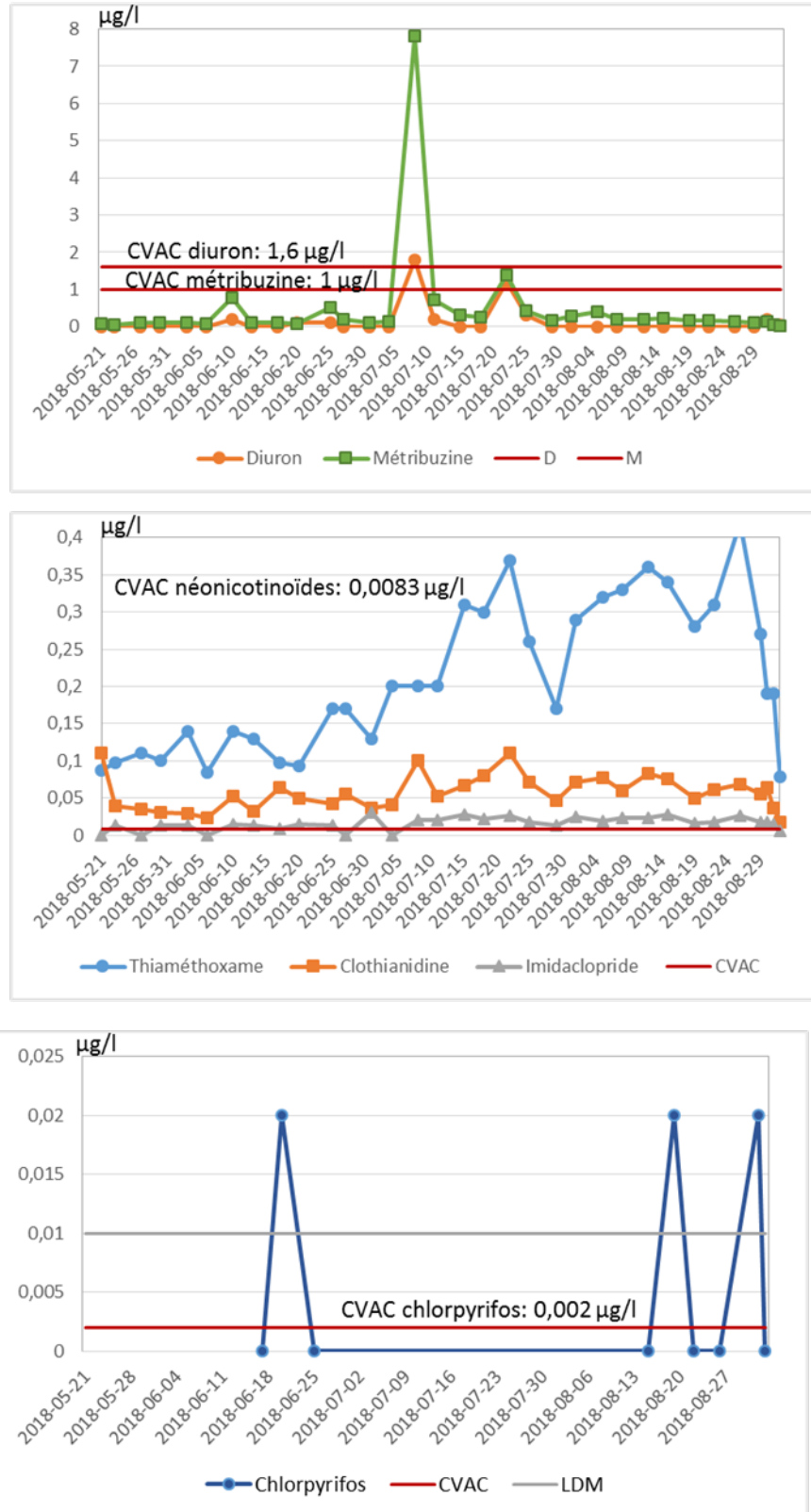


Figure 7 Profil des concentrations des pesticides qui ont dépassé le CVAC dans le ruisseau Point-du-Jour en 2018



### 3.3 Ruisseau Chartier

Le bassin du ruisseau Chartier, plus petit que celui du ruisseau Point-du-Jour, couvre une superficie de 8,54 km<sup>2</sup>. Il est entièrement situé dans la municipalité de Saint-Thomas. Environ 60 % de la superficie du bassin est

cultivée. La culture des pommes de terre y représente 42,4 % de la superficie cultivée, le maïs et le soya, 26,4 %, et les céréales, environ 23 %.

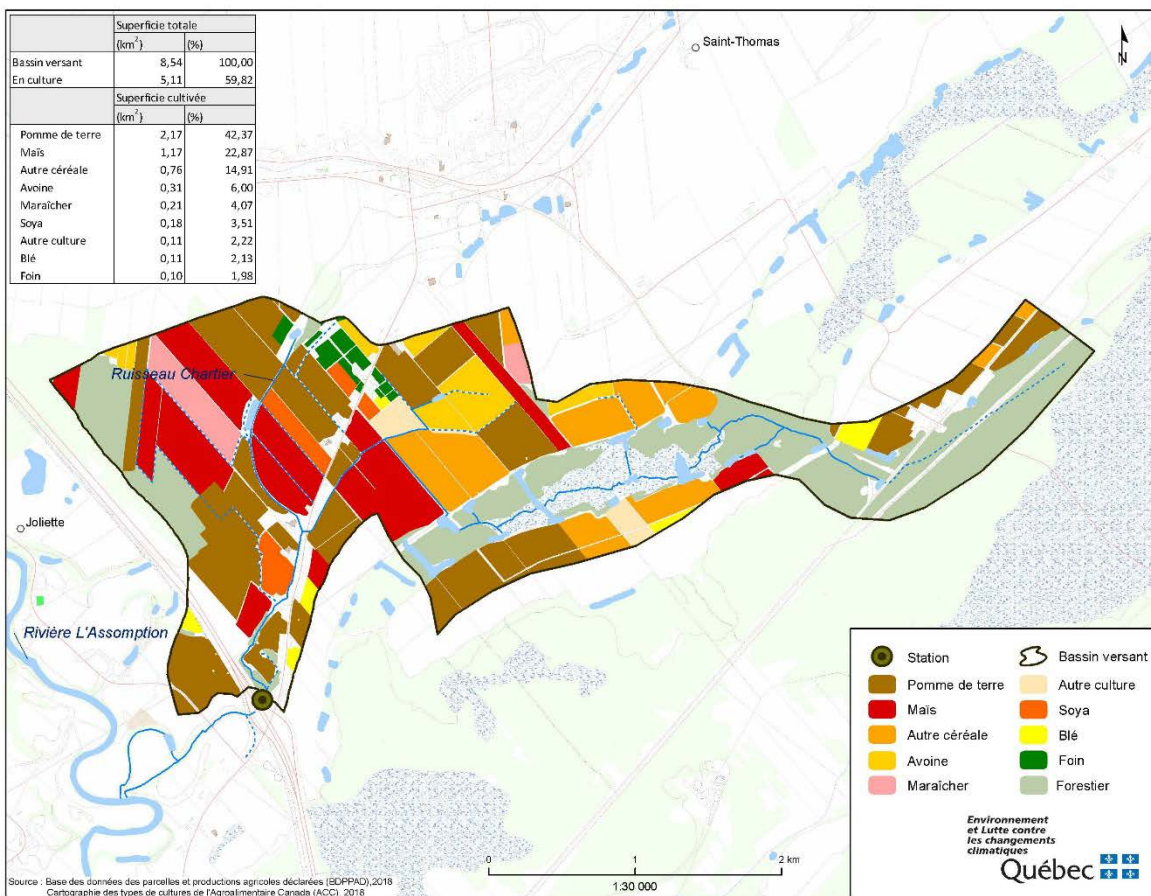


Figure 8 Cultures dans le bassin versant du ruisseau Chartier en 2018

Dans le ruisseau Chartier, de 15 à 17 pesticides ou produits de dégradation de pesticides ont été détectés en 2017 et 2018, ce qui est inférieur au nombre de produits qui avaient été observés en 2010 et 2012 dans

ce cours d'eau. Ce constat pourrait s'expliquer par le fait que les étés 2017 et surtout 2018 ont été plutôt secs, ce qui a pu limiter le transport des pesticides vers le cours d'eau (annexe 4).

#### 3.3.1 Fréquence de détection et dépassements des critères de qualité de l'eau

Comme pour le ruisseau Point-du-Jour, les herbicides détectés le plus souvent dans le ruisseau Chartier sont le s-métolachlore, le métribuzine et le linuron qui ont été détectés en moyenne dans 98,4 %, 74,8 % et 24 % des

échantillons respectivement. Les pointes de concentration les plus élevées d'herbicides ont été observées en juin et juillet les deux années (figures 6 et 7), mais aucun herbicide ne



dépasse les critères de qualité de l'eau pour la protection de la vie aquatique (tableau 9).

Les insecticides néonicotinoïdes thiaméthoxame et clothianidine ont été détectés dans 100 % des échantillons et l'imidaclopride, dans 98,5 % des échantillons prélevés. Le thiaméthoxame et la clothianidine dépassent le critère de qualité de l'eau CVAC

dans 100 % des échantillons, tandis que l'imidaclopride le dépasse dans 88 % à 97 % d'entre eux (tableau 9). Parce qu'il était alors peu utilisé, l'insecticide chlorantraniliprole n'avait pas été analysé lors des campagnes d'échantillonnage précédentes (2010 et 2012). Il est maintenant détecté dans 100 % des échantillons et il dépasse son CVAC de 0,22 µg/l dans 33 % à 43 % des échantillons.

### 3.3.2 Analyse des profils et tendances

---

Au regard du profil des concentrations d'insecticides, le thiaméthoxame est généralement celui qui présente les concentrations les plus élevées, quoiqu'un pic de chlorantraniliprole ait été noté en août 2017 et 2018 (figures 9 et 10). En 2018, dans le ruisseau Chartier, les concentrations les plus élevées des différents insecticides ont été mesurées en début de saison, contrairement à ce qui a été observé dans le ruisseau Point-du-Jour la même année. Pourtant, les deux bassins versants sont assez rapprochés et ont vraisemblablement connu des précipitations similaires. Comme il a été évoqué précédemment, cette différence des profils de concentrations des insecticides pour les deux cours d'eau pourrait être attribuable à un recours plus important à l'irrigation pour le secteur du ruisseau Point-du-Jour en 2018. Dans le ruisseau Point-du-Jour, l'irrigation durant la période très sèche de la fin de l'été 2018 aurait pu favoriser le transport des insecticides du sol vers le cours d'eau. Les figures 11 et 12 montrent le profil des concentrations pour les quelques pesticides qui ont dépassé le CVAC, mettant en évidence que l'amplitude des dépassements est parfois importante pour les néonicotinoïdes, notamment en début et en fin d'été.

Parmi les six fongicides (ou produits de dégradation de fongicides) détectés, l'azoxystrobine, le pyriméthanil et le fénamidone sont les fongicides détectés le plus souvent. Ils ont été détectés dans 94 %, 92,3 % et 84,7 % des échantillons

respectivement. À l'exception d'une pointe de pyriméthanil à 0,5 µg/l en août 2017, les concentrations de fongicides sont généralement faibles et inférieures à 0,1 µg/l. Toutefois, comme il n'y a pas de critères de qualité de l'eau pour plusieurs fongicides, le risque pour les espèces aquatiques est difficile à évaluer. Seul l'azoxystrobine présente un CVAC provisoire de 1,24 µg/l, critère qui n'a pas été dépassé dans les échantillons analysés.

L'analyse statistique effectuée pour comparer les concentrations mesurées entre les deux groupes d'années<sup>3</sup>, soit 2010 et 2012 avec 2017 et 2018, montre dans le ruisseau Chartier une hausse significative des concentrations de l'herbicide *β*-métolachlore et de l'insecticide clothianidine (tableau 10). Par contre, les concentrations d'imidaclopride, de fénamidone, de métribuzine et d'atrazine (ce dernier n'étant pas associé à la culture des pommes de terre) connaissent une baisse significative entre les deux groupes d'années. Selon la substance, ces tendances pourraient être reliées à une hausse ou une baisse de leur utilisation dans le bassin versant par rapport à 2010 et 2012. Rappelons que le *β*-métolachlore est aussi un herbicide couramment utilisé dans les cultures de maïs et de soya, lesquelles accaparent le quart des superficies en culture du bassin. Pour les autres produits détectés qui ont fait l'objet d'un traitement statistique (thiaméthoxame, linuron et azoxystrobine), aucune tendance n'est perceptible.

---

<sup>3</sup> Tests de comparaison à l'aide du test de Wilcoxon.

**Tableau 8 Pesticides détectés dans le ruisseau Chartier**

	Fréquence de détection %			Concentration maximale µg/l	Fréquence de détection %			Concentration médiane µg/l	Concentration maximale µg/l
	2010	2012	Moyenne		2017	2018	Moyenne		
<b>Herbicides</b>									
S-Métolachlore	77,7	100	88,85	4,4	96,7	100	98,4	0,095	2,6
Métribuzine	66,6	57,1	61,85	<b>1,7</b>	93,3	56,3	74,8	0,02	0,24
Linuron	14,8	28,6	21,7	4,6	16,7	31,3	24	< LD	0,61
Atrazine	11,1	46,4	28,75	1,6	0	15,6	7,8	< LD	0,03
Diuron	7,4	10,7	9,05	<b>2,8</b>	0	12,5	6,3	< LD	0,4
Sulfosulfuron	NA	NA	-	-	0	3	1,5	< LD	0,001
2,6-Dichlorobenzamide	7,4	0	3,7	0,23	0	0	0	< LD	< LD
Diméthénamide	0	10,7	5,35	0,14	0	0	0	< LD	< LD
Dééthyl-atrazine	7,4	14,3	10,85	0,03	0	0	0	< LD	< LD
Terbacil	0	7,1	3,55	20	0	0	0	< LD	< LD
Désopropyl-atrazine	3,7	0	1,85	0,02	0	0	0	< LD	< LD
Simazine	3,7	0	1,85	0,01	0	0	0	< LD	< LD
Trifluraline	3,7	0	1,85	0,04	0	0	0	< LD	< LD
<b>Inhibiteur de germination</b>									
Chlorprophame	NA	NA	-	-	0	3,1	1,6	< LD	0,03
<b>Insecticides</b>									
Thiaméthoxame	100	100	100	<b>1,5</b>	100	100	100	0,17	<b>0,6</b>
Clothianidine	100	100	100	<b>0,26</b>	100	100	100	0,13	<b>0,38</b>
Chlorantraniliprole	NA	NA	-	-	100	100	100	0,18	<b>1,3</b>
Imidaclopride	100	100	100	<b>0,27</b>	100	96,9	98,5	0,042	<b>0,14</b>
Cyantraniliprole	NA	NA	-	-	10	27,3	18,7	< LD	0,088
Imidaclopride-guanidine	88,8	28,6	58,7	0,029	0	33,3	16,7	< LD	0,014
Acétamipride	0	7,1	3,55	0,13	23,3	0	11,7	< LD	0,012
Imidaclopride-urée	59,2	17,8	38,5	0,016	10	0	5	0,004	0,004
Carbofuran	3,7	0	1,85	0,15	0	0	0	< LD	< LD
Phosmet	3,7	0	1,85	0,05	0	0	0	< LD	< LD
Diméthoate	0	14,3	7,15	0,43	0	0	0	< LD	< LD
<b>Fongicides</b>									
Azoxystrobine	92,6	100	96,3	0,091	100	87,9	94	0,007	0,054
Pyriméthanil	NA	NA	-	-	96,7	87,9	92,3	0,01	0,5
Fénamidone	85,2	89,3	87,25	0,37	96,7	72,7	84,7	0,003	0,044
Boscalide	NA	NA	-	-	0	18,2	9,1	< LD	0,06
ETU	34,6	5	19,8	9,2	3,3	NA	3,3	< LD	0,12
Fénamidone-métabolite	66,6	53,6	60,1	0,13	3,3	0	1,7	< LD	0,076
Myclobutanil	11,1	7,1	9,1	0,57	0	0	0	< LD	< LD
Chlorothalonil	3,7	3,6	3,65	<b>2,5</b>	0	0	0	< LD	< LD
Diméthomorphe	3,7	0	1,85	0,34	0	0	0	< LD	< LD
<b>Nombre total</b>	<b>24</b>	<b>21</b>			<b>15</b>	<b>17</b>			

Gras : concentration maximale qui dépasse le CVAC

NA : non analysé

LD : limite de détection

**Tableau 9 Dépassements des critères de qualité de l'eau dans le ruisseau Chartier**

	CVAC (µg/l)	Fréquence de dépassement du CVAC (%)		Concentrations qui dépassent CVAC (µg/l)	Amplitude des dépassements du CVAC	Fréquence de dépassement du CVAC (%)		Concentrations qui dépassent CVAC (µg/l)	Amplitude des dépassements du CVAC
		2010	2012			2017	2018		
<b>Herbicides</b>									
Métribuzine	1	3,7	3,6	1,5 - 1,7	1,5 - 1,7	0	0	-	-
Linuron-Diuron	7 et 1,6	3,7	0	2,8	1,75	0	0	-	-
<b>Insecticides</b>									
Thiaméthoxame	0,0083	100	100	0,033 - 1,5	4 - 181	100	100	0,051 - 0,6	6,1 - 72
Clothianidine	0,0083	77,8	100	0,011 - 0,26	1,3 - 31	100	100	0,02 - 0,38	2,4 - 46
Imidaclopride	0,0083	100	100	0,014 - 0,27	1,7 - 33	96,7	87,9	0,009 - 0,14	1 - 17
Chlorantraniliprole	0,22	NA	NA	-	-	43	33,3	0,23 - 1,3	1 - 6
<b>Fongicide</b>									
Chlorothalonil	0,18	3,7	3,6	2,1 - 2,5	12 - 14	0	0	-	-

**Tableau 10 Comparaison des concentrations 2017-2018 avec les campagnes de 2010 et 2012 dans le ruisseau Chartier**

Pesticide	nA	nB	Rang moyen A	Rang moyen B	P-value du test de Wilcoxon (approximation T)	Interprétation de la tendance
<b>Herbicides</b>						
Atrazine	55	62	66,6	52,3	<b>0,0008</b>	Baisse significative
Linuron	55	62	59,1	58,9	0,98	Non significative
Métribuzine	55	62	69,6	49,6	<b>0,0011</b>	Baisse significative
S-Métolachlore	55	62	52,1	65,1	<b>0,04</b>	Hausse significative
<b>Insecticides</b>						
Clothianidine	54	63	42,6	73,0	<b>&lt;0,0001</b>	Hausse significative
Thiaméthoxame	54	63	60,1	58,0	0,74	Non significative
Imidaclopride	54	63	67,9	51,4	<b>0,01</b>	Baisse significative
<b>Fongicides</b>						
Azoxystrobine	54	63	64,6	54,2	0,10	Non significative
Fenamidone	54	63	70,5	49,2	<b>0,0009</b>	Baisse significative

A : années 2010 et 2012  
B : années 2017 et 2018

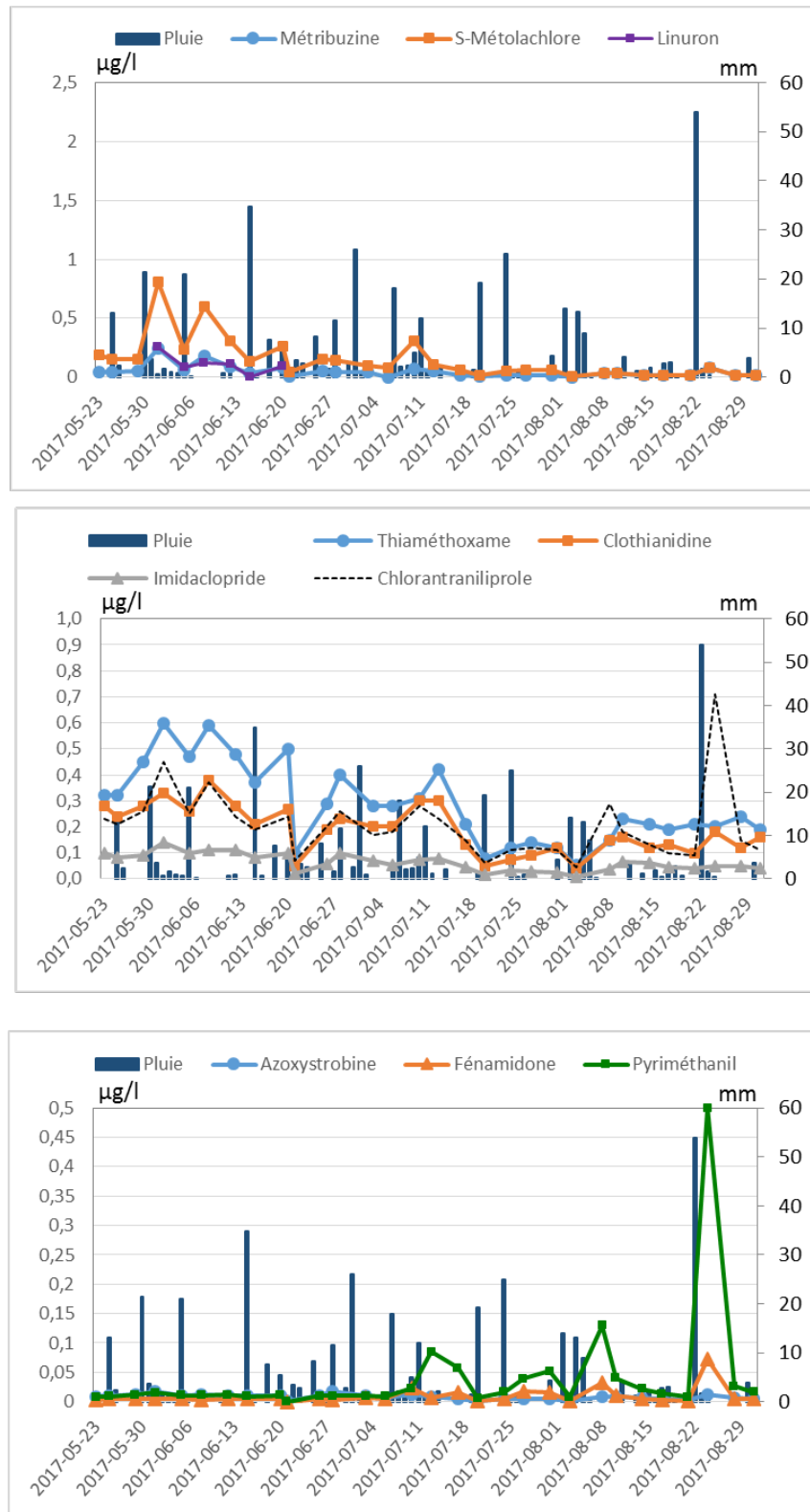


Figure 9 Profil des concentrations de quelques pesticides dans le ruisseau Chartier en 2017

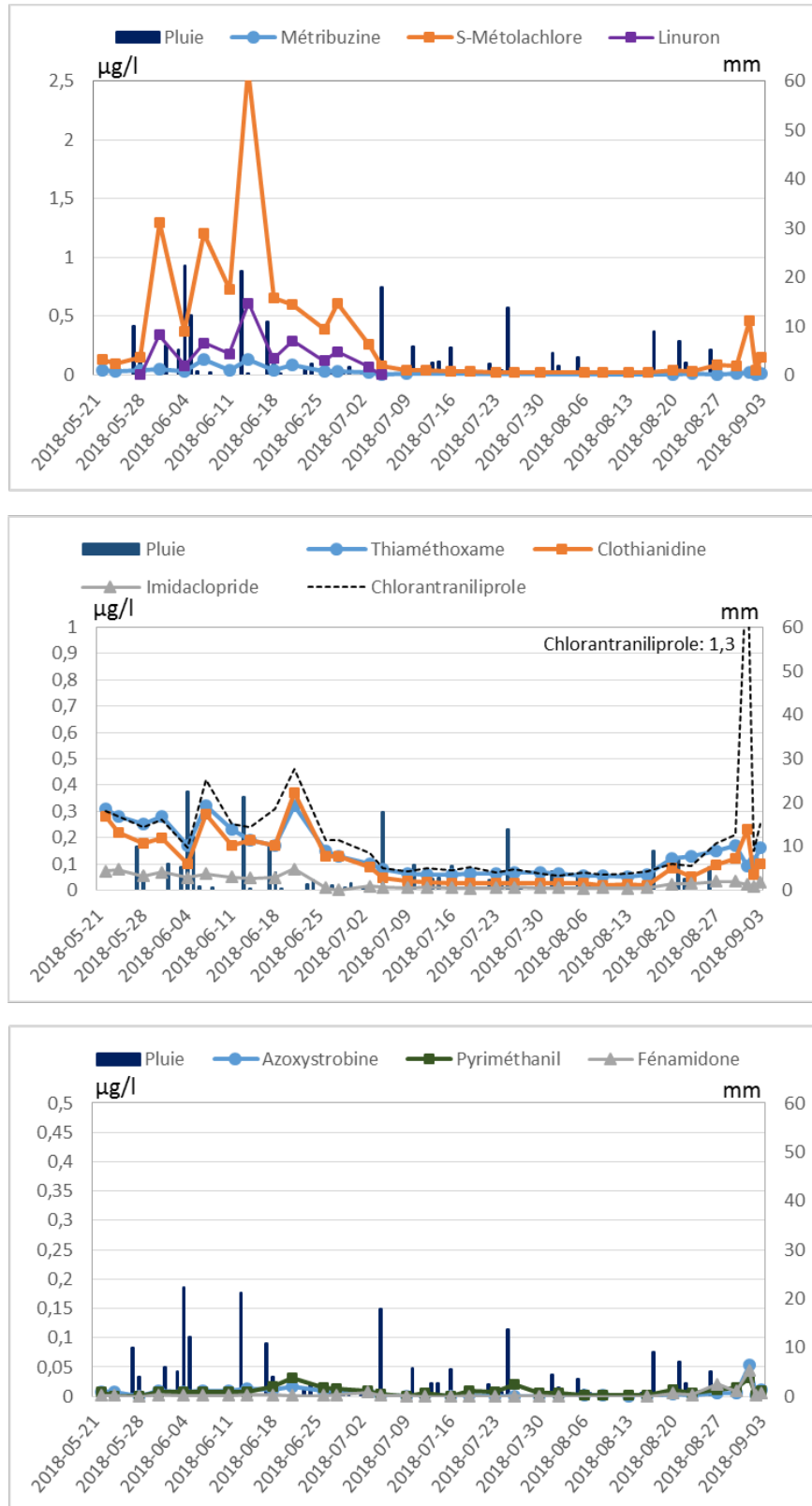


Figure 10 Profil des concentrations de quelques pesticides dans le ruisseau Chartier en 2018

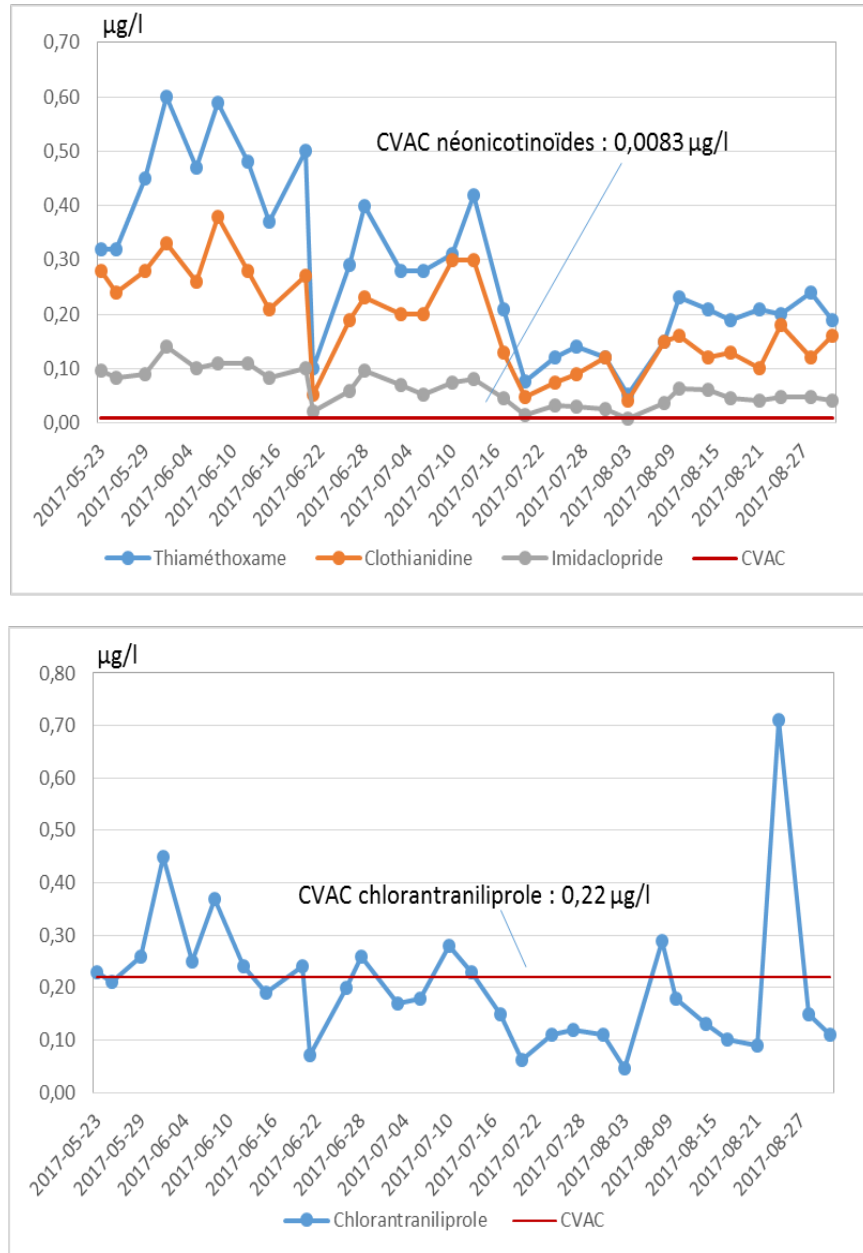


Figure 11 Profil des concentrations des pesticides qui ont dépassé les CVAC dans le ruisseau Chartier en 2017

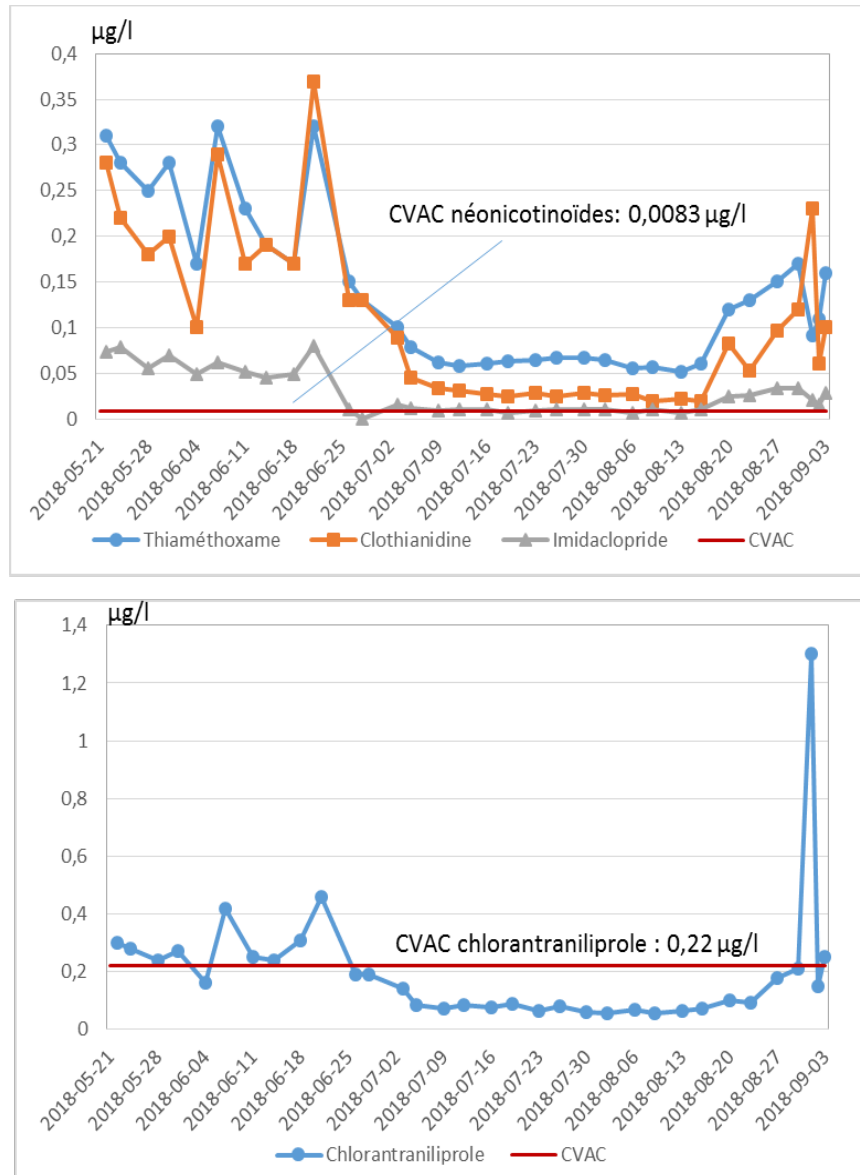


Figure 12 Profil des concentrations des pesticides qui ont dépassé les CVAC dans le ruisseau Chartier en 2018



### 3.4 Rivière Blanche

Le sous-bassin de la rivière Blanche, d'une superficie de 19,7 km<sup>2</sup>, est situé dans le bassin versant de la rivière Portneuf. La rivière Blanche draine la portion nord de la municipalité de Sainte-Catherine-de-la-Jacques-Cartier ainsi qu'une petite partie de la municipalité de Pont-Rouge. La forêt occupe une proportion importante de son

bassin versant, au nord. Les superficies cultivées sont, quant à elles, essentiellement situées au sud de la rivière Blanche et occupent environ 13,6 % de la surface du bassin. La pomme de terre compose 40,7 % de ces superficies, les céréales (avoine et orge), 26,6 %, et le maïs, 25,2 %.

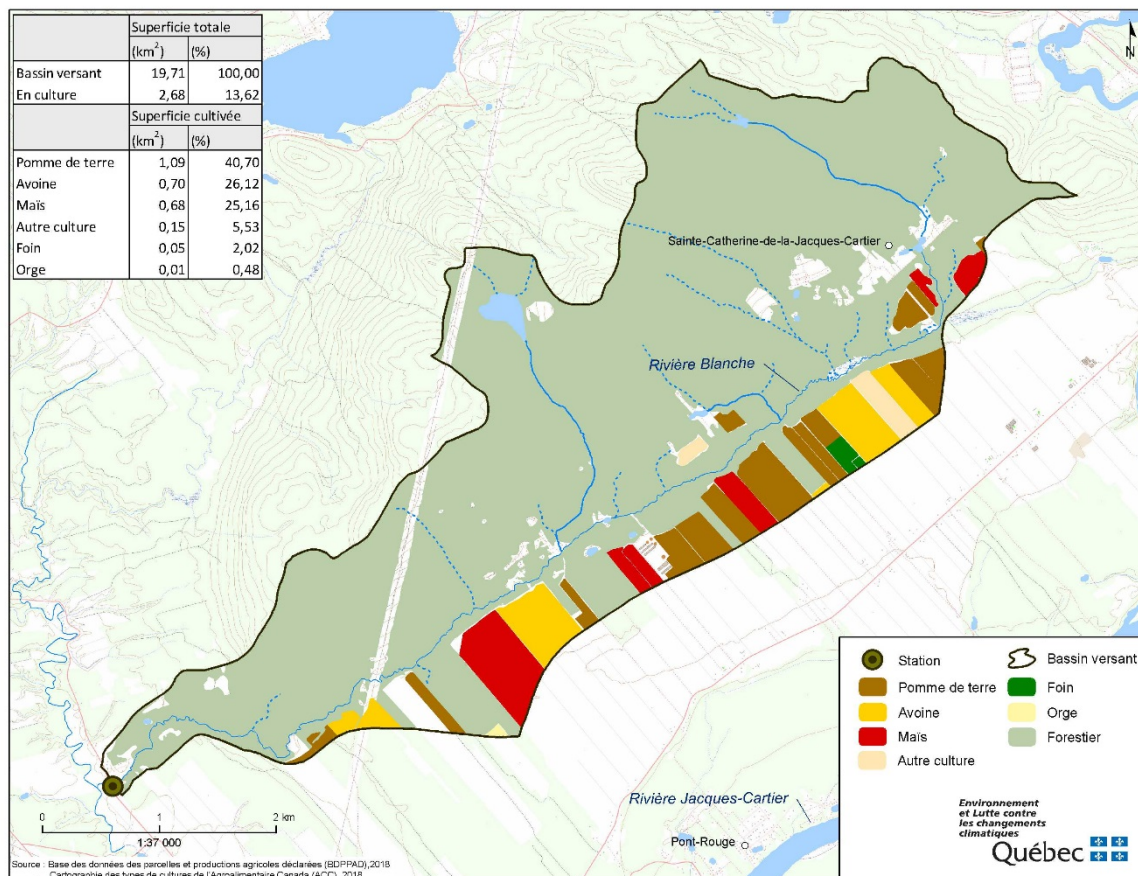


Figure 13 Cultures dans le bassin versant de la rivière Blanche en 2018

#### 3.4.1 Fréquence de détection et dépassements des critères de qualité de l'eau

Dans la rivière Blanche, de 10 à 12 pesticides ont été détectés. Parmi les herbicides détectés, le métribuzine est le plus souvent présent, soit dans 97 % des échantillons. Les concentrations sont très faibles, soit de moins de 0,03 µg/l. Le *s*-métolachlore a été détecté ponctuellement en 2017, mais n'a pas été détecté en 2018 (tableau 11).

Comme dans le ruisseau Chartier, les insecticides néonicotinoïdes thiaméthoxame et clothianidine ont été détectés dans 100 % des échantillons prélevés et l'imidaclopride, dans 98,5 % des échantillons. Le chlorantraniliprole est également décelé dans 100 % des échantillons. Fait particulier dans la rivière Blanche par rapport aux deux autres cours d'eau, la clothianidine est détectée en plus forte concentration que le thiaméthoxame

tout au long de l'été. Autre élément particulier, le flupyradifurone et le cyantraniliprole ont été détectés en moyenne dans 95,5 % et 90,2 % des échantillons respectivement, mais ces produits sont peu ou ne sont pas détectés dans les deux autres cours d'eau.

Les fongicides azoxystrobine et pyriméthanil sont détectés en moyenne dans 34,3 % et 13,4 % des échantillons respectivement, mais en très faibles concentrations.

Comme pour les deux autres cours d'eau, les insecticides néonicotinoïdes thiaméthoxame, clothianidine et imidaclopride sont détectés en concentrations qui dépassent le CVAC dans 100 % des échantillons en 2017. Même chose en 2018, sauf dans le cas de l'imidaclopride qui est détecté dans 97 % des échantillons (tableau 12).

**Tableau 11 Pesticides détectés dans la rivière Blanche**

	Fréquence de détection %	Concentration maximale µg/l	Fréquence de détection %			Concentration médiane µg/l	Concentration maximale µg/l
	2012		2017	2018	Moyenne		
<b>Herbicides</b>							
Métribuzine	86,4	0,08	96,7	97	96,9	0,02	0,03
S-Métolachlore	0	< LD	6,7	0	3,4	0	0,14
Atrazine	0	< LD	3,3	0	1,7	0	0,06
Dééthyl-atrazine	0	< LD	3,3	0	1,7	0	0,02
Flumetsulame	0	< LD	0	3	1,5	0	0,005
Diuron	9	0,47	0	0	0	-	-
<b>Insecticides</b>							
Thiaméthoxame	100	<b>0,089</b>	100	100	100	0,077	<b>0,11</b>
Clothianidine	100	<b>0,11</b>	100	100	100	0,24	<b>0,35</b>
Chlorantraniliprole	NA	< LD	100	100	100	0,068	0,1
Imidaclopride	100	<b>0,12</b>	100	97	98,5	0,045	<b>0,064</b>
Flupyradifurone	NA	-	100	90,9	95,5	0,01	0,014
Cyantraniliprole	NA	-	83,3	97	90,2	0,022	0,043
Imidaclopride-guanidine	0	< LD	0	3	1,5	0	0,008
<b>Fongicides</b>							
Azoxystrobine	54,2	0,003	53,3	15,2	34,3	0,001	0,009
Pyriméthanil	NA	-	26,7	0	13,4	0	0,004
Fénamidone	4,2	0,003	0	0	0	-	-
<b>Nombre total</b>	<b>7</b>		<b>12</b>	<b>10</b>			

Gras : Concentration maximale qui dépasse le CVAC

NA : non analysé

LD : limite de détection

**Tableau 12 Dépassements des critères de qualité de l'eau dans la rivière Blanche**

	CVAC (µg/l)	Fréquence de dépassement du CVAC (%) 2012	Concentrations qui dépassent CVAC (µg/l)	Amplitude des dépassements du CVAC	Fréquence de dépassement du CVAC (%)		Concentrations qui dépassent CVAC (µg/l)	Amplitude des dépassements du CVAC
					2017	2018		
<b>Insecticides</b>								
Thiaméthoxame	0,0083	100	0,031 - 0,089	11	100	100	0,023 - 0,11	3 - 13
Clothianidine	0,0083	100	0,03 - 0,11	13	100	97	0,081 - 0,35	10 - 42
Imidaclopride	0,0083	100	0,029 - 0,12	14	100	100	0,014 - 0,064	2 - 8

### 3.4.2 Analyse des profils et tendances

Les profils de concentrations sans pointes marquées ni lien avec les épisodes de précipitations suggèrent un apport constant et stable tout au long de l'été, possiblement par l'eau d'irrigation (figures 14 et 15). Les figures 16 et 17 montrent les profils pour les pesticides qui dépassent les CVAC. Comme pour les autres rivières, on constate que les insecticides néonicotinoïdes dépassent le CVAC avec une forte amplitude.

La rivière Blanche n'avait pas été échantillonnée en 2010. L'analyse statistique a donc été effectuée pour comparer les concentrations mesurées entre l'année 2012 et les années 2017 et 2018. L'analyse montre une hausse statistiquement significative des concentrations des insecticides clothianidine et thiaméthoxame, mais une baisse significative des concentrations de métribuzine et d'azoxystrobine (tableau 13).

**Tableau 13 Comparaison des concentrations 2017-2018 avec la campagne d'échantillonnage de 2012 dans la rivière Blanche**

Pesticide	nA	nB	Rang moyen A	Rang moyen B	P-value du test de Wilcoxon (approximation T)	Interprétation de la tendance
<b>Herbicide</b>						
Métribuzine	22	63	66,1	34,9	<0,0001	Baisse significative
<b>Insecticides</b>						
Clothianidine	22	63	12,0	53,8	<0,0001	Hausse significative
Thiaméthoxame	22	63	27,6	48,4	0,001	Hausse significative
<b>Fongicide</b>						
Azoxystrobine	22	63	54,2	39,1	0,0016	Baisse significative

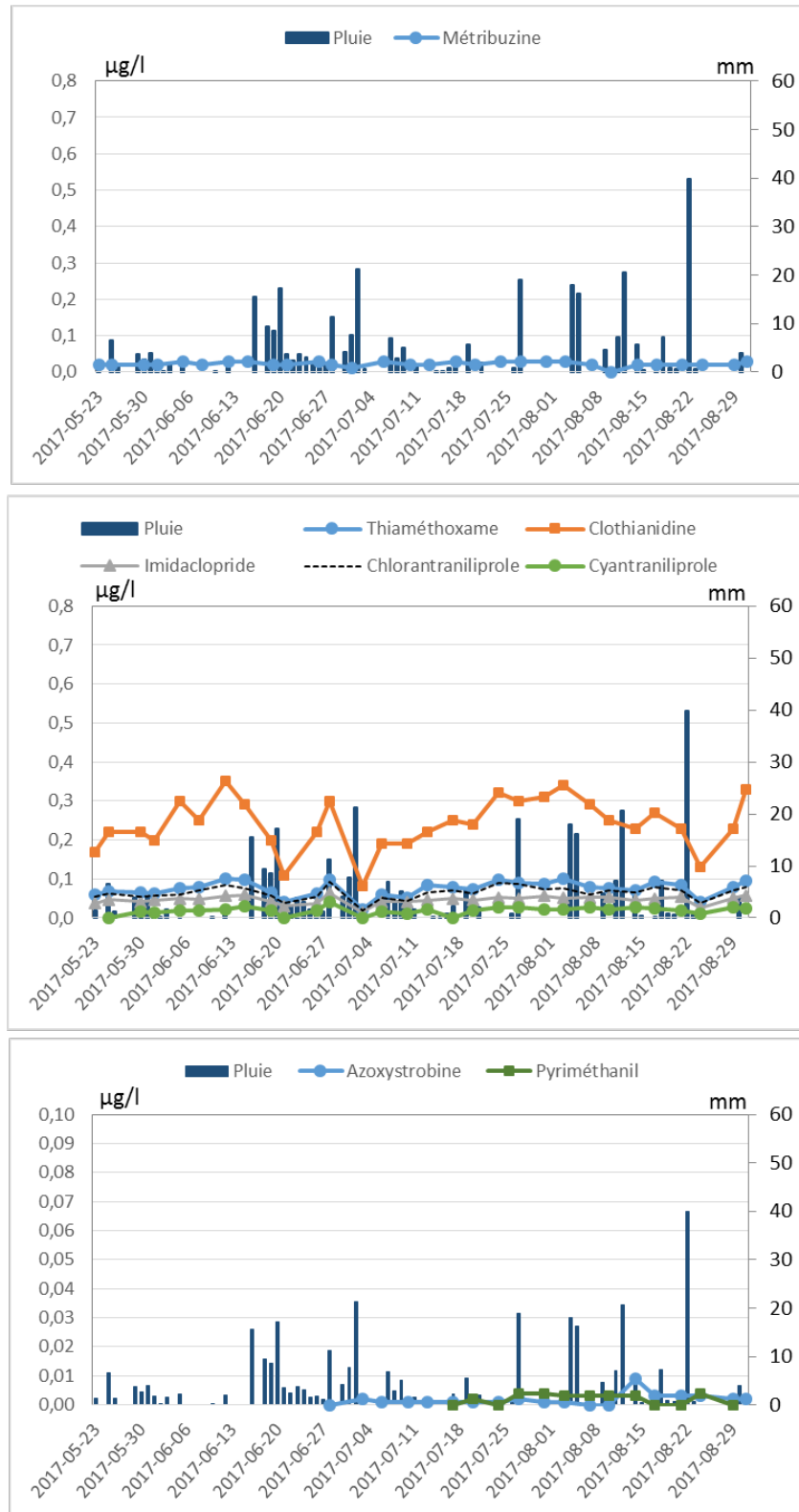


Figure 14 Profil des concentrations de quelques pesticides dans la rivière Blanche en 2017

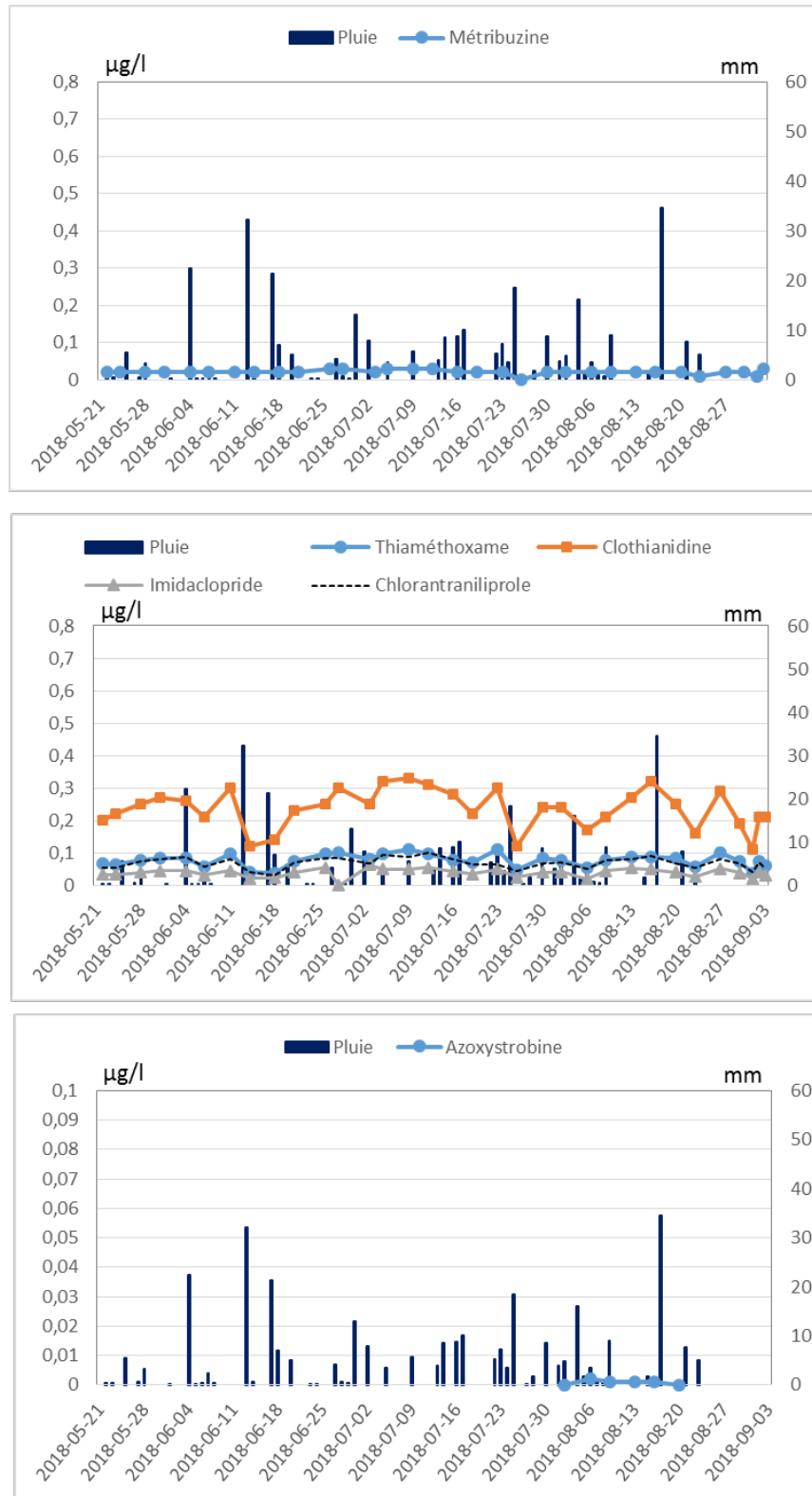


Figure 15 Profil des concentrations de quelques pesticides dans la rivière Blanche en 2018

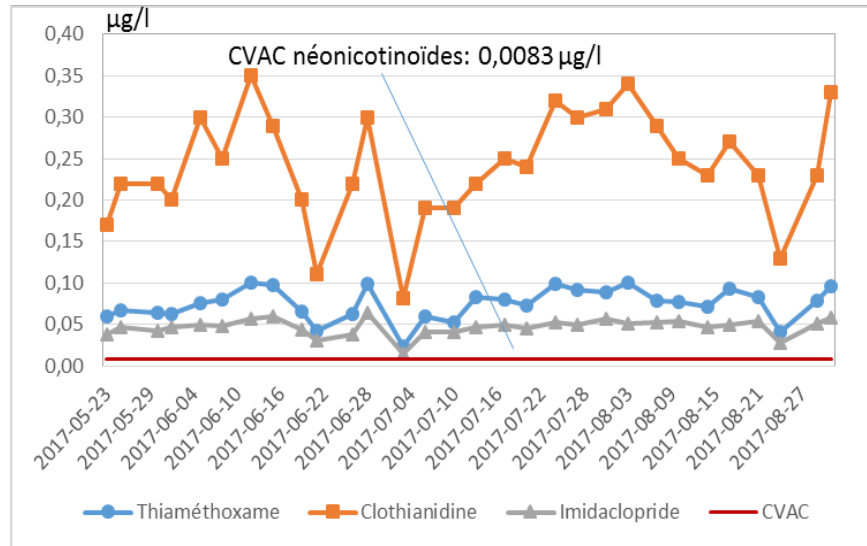


Figure 16 Profil des concentrations des pesticides qui ont dépassé les CVAC dans la rivière Blanche en 2017

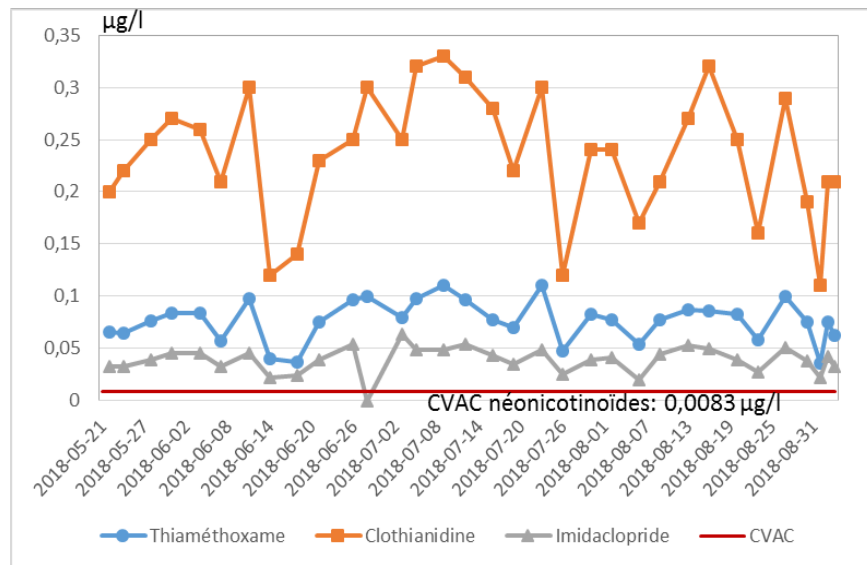


Figure 17 Profil des concentrations des pesticides qui ont dépassé les CVAC dans la rivière Blanche en 2018



## 4 PUIXS INDIVIDUELS

En 2017 et 2018, 53 puits individuels ont été échantillonnés, soit 27 puits en 2017 et 26 puits différents en 2018. Ce sont des puits de producteurs de pommes de terre ou de citoyens qui demeurent à proximité de champs en culture de pommes de terre. Les résultats complets et les données recueillies sur les caractéristiques des puits sont présentés à l'annexe 5. Le tableau 14 résume les informations sur la profondeur des puits individuels échantillonnés ainsi que leur distance par rapport aux champs traités.

Parmi les puits échantillonnés, 34 sont des puits tubulaires, 17 sont des puits de type citerne, un puits est de type gélinite et pour un puits, l'information n'est pas disponible (annexe 5C.). Trente-trois puits ont une profondeur entre 0 et 9 m, dix puits font entre 10 et 50 m de profondeur et cinq puits ont plus de 51 m de profondeur. Les puits sont majoritairement situés à moins de 100 m des champs. La plupart des puits échantillonnés, soit 40 puits (75,5 %), sont utilisés pour l'alimentation en eau potable et, au total, ils approvisionnent environ 164 personnes. Certains puits servent à plusieurs usages, tels que le lavage des entrepôts et de la machinerie agricole, le lavage des pommes de terre, le remplissage du réservoir pour la préparation des mélanges de pesticides et l'irrigation des cultures.

La présence de pesticides a été décelée dans des puits de toutes les régions visitées (tableau 15). Compte tenu du nombre limité de puits échantillonnés pour certaines régions, ces proportions sont données à titre indicatif seulement et ne peuvent être extrapolées à l'ensemble de la région.

Parmi les 53 puits échantillonnés, 35 (66 %) ont montré la présence d'au moins un des pesticides analysés, mais ces produits n'ont pas été détectés dans les 18 autres puits (34 %) (tableau 15). Les résultats complets sont présentés à l'annexe 5. De ces 53 puits,

16 avaient été échantillonnés en 2008-2009 ou avant et on y avait alors décelé des pesticides ou des concentrations élevées de nitrates. Ils ont été échantillonnés à nouveau pour vérifier d'éventuels changements. En excluant ces 16 puits que l'on savait contaminés aux pesticides ou aux nitrates dans le passé, 53 % des 36 nouveaux puits échantillonnés montraient la présence de pesticides.

Les principaux pesticides détectés (tableau 16) sont les insecticides néonicotinoïdes thiaméthoxame, clothianidine et imidaclopride, présents dans plus de 20 puits, de même que l'insecticide chlorantraniliprole décelé dans 17 puits. Les principaux herbicides présents sont le métribuzine et le *s*-métolachlore respectivement présents dans 14 et 7 des 53 puits. L'antigerminatif chlorprophame utilisé en entrepôt a aussi été détecté dans cinq puits. Quatre fongicides ont été détectés, mais l'azoxystrobine est celui qui était présent le plus souvent, soit dans 13 puits.

Les concentrations mesurées sont généralement faibles et respectent largement les normes ou seuils à ne pas dépasser dans l'eau potable.

Parmi les 53 puits échantillonnés, 27 montraient des concentrations de nitrates ( $N-NO_3$ ) inférieures à 5 mg/l, 15 montraient des concentrations entre 5 et 9 mg/l et 11 montraient des concentrations de 10 mg/l ou plus, dépassant ainsi la norme pour l'eau potable. Plusieurs puits présentent donc des concentrations de nitrates qui s'approchent ou excèdent la norme de 10 mg/l  $N-NO_3$ . Ces concentrations plus élevées de nitrates traduisent une plus grande vulnérabilité de l'eau souterraine à la contamination. D'ailleurs, parmi les puits qui montrent une concentration de 10 mg/l  $N-NO_3$  ou plus, tous sauf un montrent également la présence de plusieurs pesticides.

**Tableau 14 Profondeur des puits et distance par rapport aux champs traités**

Profondeur (m)	Nombre de puits	Distance (m)	Nombre de puits
0 - 9	33	0 - 30,5	22
10 - 50	10	31 - 50	9
≥ 51	5	51 - 100	17
Inconnue	5	≥ 101	4
		Inconnue	1

**Tableau 15 Proportion des puits avec des pesticides par région**

Régions	Nombre de puits échantillonnés	Puits avec pesticides *		Nitrates de 5 à 9 mg/l N-NO <sub>3</sub>	Nitrates ≥ 10 mg/l N-NO <sub>3</sub>
		Nombre	%	Nombre	Nombre
Bas-Saint-Laurent	5	2	40	3	0
Capitale-Nationale	14	11	78,6	1	5
Chaudière-Appalaches	4	3	75	1	0
Centre-du-Québec	1	1	100	0	0
Lanaudière-Laurentides	13	9	69,2	5	2
Montérégie	4	1	25	0	0
Saguenay-Lac-Saint-Jean	12	8	66,7	5	3
<b>TOTAL</b>	<b>53</b>	<b>35</b>	<b>66</b>	<b>15</b>	<b>10</b>

\* Vu le nombre limité de puits échantillonnés dans certaines régions, la proportion des puits touchés par la présence de pesticides près des cultures de pommes de terre ne peut être extrapolée à l'ensemble de la région.

**Tableau 16 Pesticides détectés dans les puits**

Pesticides	Nombre de puits	Proportion (%)	Concentration maximale (µg/l)	Proportion de la norme ou valeur de référence %	Norme ou valeur de référence pour l'eau potable (µg/l)	Source
<b>Herbicides</b>						
Métribuzine	14	26,4	1,7	2,8	60	MELCC
S-Métolachlore	7	13,2	0,74	2,1	35	MELCC
Atrazine	3	5,7	0,02	0,57	3,5	MELCC
Glyphosate	3	5,7	0,06	0,029	210	MELCC
Imazéthapyr	2	3,8	0,038	0,0002	16 000	USEPA
Imazapyr	1	1,9	0,006	0,00004	16 000	USEPA
BAM	1	1,9	0,45	1,5	29	USEPA
<b>Inhibiteur de germination</b>						
Chlorprophame	5	9,4	0,25	0,08	300	USEPA
<b>Insecticides</b>						
Thiaméthoxame	24	45,3	2,5	3,2	77	USEPA
Clothianidine	24	45,3	1,6	0,25	630	USEPA
Imidaclopride	21	39,6	0,73	0,2	360	USEPA
Chlorantraniliprole	17	32,1	1,1	0,01	10 100	USEPA
Imidaclopride-urée	9	17	0,02	-	-	
Cyantraniliprole	3	5,7	0,087	0,145	60	USEPA
Flupyradifurone	3	5,7	0,13	0,026	500	USEPA
Imidaclopride-guanidine	1	1,9	0,01	-	-	
Imidaclopride-oléfine	1	1,9	0,005	-	-	
<b>Fongicides</b>						
Azoxystrobine	13	24,5	0,8	0,067	1 200	USEPA
Métalaxyl	2	3,8	0,07	-	-	
Pyriméthanol	1	1,9	0,002	0,0002	1 100	USEPA
Fludioxonil	1	1,9	0,13	0,065	200	USEPA

Sources : USEPA (2019); Québec (2014)

#### 4.1 Comparaison avec les années antérieures

Parmi les 16 puits qui avaient été échantillonnés dans le passé, 13 montrent encore la présence de pesticides (annexe 5B.). Le thiaméthoxame, présent dans 2 des 16 puits en 2008, est maintenant détecté dans 12 puits. Comme la clothianidine n'a été analysée qu'à partir de 2009 seulement, on ne peut pas comparer avec les campagnes d'échantillonnage précédentes, mais en 2017, cette substance est détectée dans 12 des 16 puits. L'imidaclopride, le premier des néonicotinoïdes à être utilisé dans la culture de pommes de terre, qui était détecté dans 11 des 16 puits lors des campagnes antérieures, a été détecté dans 12 puits lors de la campagne d'échantillonnage de 2017.

Dans certains cas (5), les concentrations d'imidaclopride sont plus élevées que ce qui était mesuré antérieurement, dans d'autres (6), elles sont plus basses. On peut faire le même constat pour l'herbicide métribuzine, détecté dans à peu près le même nombre de puits et en plus fortes ou en plus faibles concentrations pour le même nombre de puits.

Parmi les 16 puits, trois avaient été échantillonnés à nouveau, non pas en raison de la présence de pesticides, mais en raison des concentrations élevées de nitrates. De ces trois puits, un seul montre maintenant la présence de pesticides.

#### 4.2 Facteurs pouvant influencer la présence de pesticides dans l'eau souterraine —

Plusieurs facteurs peuvent influencer la présence ou l'absence de pesticides dans l'eau d'un puits. Il est reconnu que la contamination d'un puits peut provenir d'une source éloignée et résulter de mécanismes qui interviennent à une échelle régionale et sur une longue période. Mais elle peut aussi provenir de sources rapprochées et résulter de facteurs locaux qui interviennent dans un intervalle de temps plus court et à proximité du puits échantillonné. Il est extrêmement complexe de cerner les facteurs les plus déterminants pour chaque puits. La pertinence d'appliquer des analyses statistiques multivariées pour tenter de déterminer les facteurs les plus susceptibles d'expliquer la présence de pesticides dans l'eau souterraine a été évaluée lors d'une campagne d'échantillonnage antérieure (Giroux, 2016). Dans une étude américaine à l'échelle nationale, l'United States Geological Survey (USGS) a examiné, à l'aide de modèles prédictifs, les divers facteurs les plus susceptibles de prédire les concentrations d'atrazine dans l'aquifère de surface. Même si l'analyse ne portait que sur un seul pesticide, et sur l'aquifère de surface uniquement, 50 % de la variabilité des concentrations prédites demeuraient inexplicables (Stackelberg *et al*, 2012). Il paraît

donc peu approprié d'appliquer de telles analyses dans le cas présent, où une multitude de pesticides et de facteurs sont impliqués. Néanmoins, certains facteurs ont été examinés au regard des résultats obtenus.

La distance entre les champs traités et le puits, la profondeur du puits, l'importance de l'utilisation de pesticides (quantité) et la fréquence des applications (répétées ou occasionnelles), le type d'application du produit (foliaire, dans le sillon), l'usage de l'eau du puits pour le remplissage du pulvérisateur ou autres manipulations des produits à proximité du puits, de même que les caractéristiques physicochimiques des produits qui déterminent leur mobilité dans le sol sont autant de facteurs susceptibles d'influencer la détection ou non de pesticides dans l'eau d'un puits.

##### *Profondeur du puits et distance puits-champs*

Dans une étude antérieure (Giroux et Sarrasin, 2011), une analyse statistique avait montré une corrélation négative significative entre les concentrations d'imidaclopride et de métribuzine et la profondeur des puits. Les concentrations tendent à diminuer avec l'augmentation de la profondeur des puits.

Toutefois, les puits profonds ne sont pas toujours à l'abri de la contamination puisque des pesticides ont été détectés dans des puits de grande profondeur.

La figure 18 illustre la distribution des puits avec et sans pesticides en fonction de la profondeur et de la distance entre le puits et les champs. Des pesticides ont été détectés dans des puits jusqu'à 90 m de profondeur et jusqu'à 150 m des champs. À l'inverse, certains puits peu profonds et assez

rapprochés des champs ne présentent pas de pesticides. La variable de distance rapportée dans les fiches de caractérisation des puits comporte une certaine imprécision, notamment en raison des rotations de cultures. La distance rapportée est habituellement celle observée l'année de l'échantillonnage, mais les rotations de cultures peuvent faire en sorte que la distance entre le puits et les champs de pommes de terre varie d'une année à l'autre.

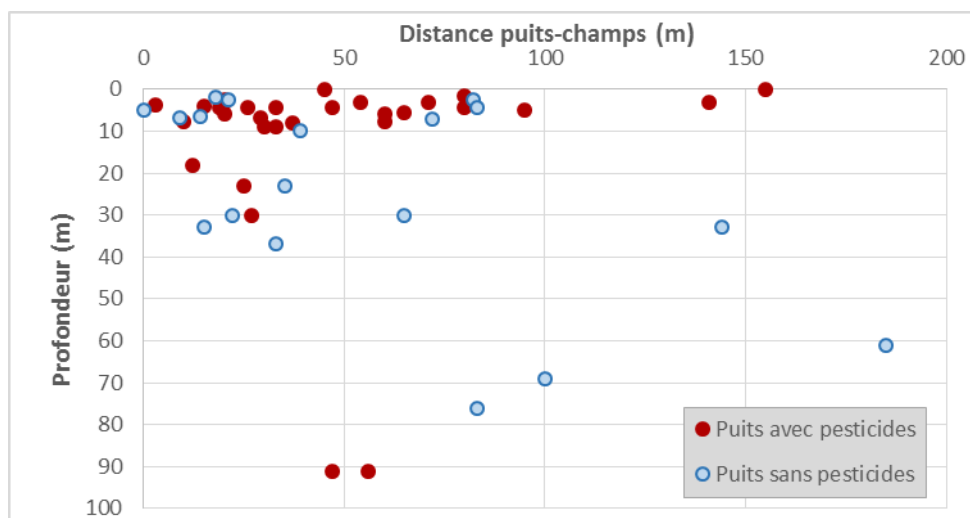


Figure 18 Détection de pesticides en fonction de la profondeur du puits et de la distance puits-champs

#### Utilisation du puits pour le remplissage du pulvérisateur

Parmi les 53 puits échantillonnés, neuf avaient servi pour le remplissage du pulvérisateur pour la préparation des mélanges de pesticides. De ces neuf puits, cinq montrent la présence de pesticides et dans les quatre autres, aucun pesticide n'est détecté. Dans la plupart des cas où l'eau du puits est utilisée à cette fin, les producteurs concernés mentionnent prendre certaines précautions (remplir le réservoir avant de procéder au mélange des pesticides, ou utiliser un dispositif antiretour).

#### Caractéristiques des pesticides détectés

Les caractéristiques des pesticides ou de leurs produits de dégradation peuvent aussi influencer leur détection dans l'eau souterraine (tableau 17). La solubilité de la substance dans l'eau est une caractéristique déterminante dans le devenir et le transport des pesticides. En général, les substances très solubles dans l'eau ont moins tendance à s'adsorber dans les sols, alors que celles qui sont peu solubles ont davantage tendance à s'adsorber. Le coefficient d'adsorption sur le carbone organique ( $K_{oc}$ ) est un indicateur de la propension de la substance à s'adsorber dans le sol. Plus la valeur de  $K_{oc}$  est élevée, plus l'ingrédient actif est susceptible d'être adsorbé. Le temps de demi-vie ( $TD_{50}$ ), lequel

correspond au temps requis pour que la moitié de la quantité appliquée soit dégradée, est un indicateur de la persistance de la substance dans les sols.

La plupart des pesticides détectés le plus souvent lors de la campagne d'échantillonnage 2017-2018 présentent une persistance et un potentiel de lessivage élevé. Ainsi, les insecticides couramment utilisés par les producteurs de pommes de terre, que ce soit les néonicotinoïdes ou le chlorantraniliprole, présentent tous une persistance et un potentiel de lessivage élevés. Même constat pour l'herbicide métribuzine et le fongicide azoxystrobine.

Malgré une persistance modérée, le *γ*-métolachlore a été détecté assez souvent

dans l'eau souterraine lors de la présente campagne d'échantillonnage. À l'inverse, le linuron, un herbicide que plusieurs producteurs déclarent avoir utilisé (annexe 1) et qui présente une persistance (TD50 de 22 à 161 jours) et un potentiel de lessivage élevé ( $K_{oc}$  de 166 à 2 600 ml/g; solubilité dans l'eau 63,8 mg/l), n'a pas été détecté dans le cadre de la campagne d'échantillonnage 2017-2018. Il n'avait été que peu détecté lors de la campagne d'échantillonnage précédente (Giroux et Sarrasin, 2011). Cela tend à confirmer que d'autres facteurs doivent intervenir. Le fludioxonil a été détecté dans un puits malgré un faible potentiel de lessivage.

**Tableau 17** Caractéristiques des pesticides détectés dans l'eau souterraine

Pesticides	Nombre de puits	Potentiel de lessivage			Persistance	
		Solubilité dans l'eau mg/l	K <sub>oc</sub> ml/g	Classe	Sol (TD50) Nb jours	Classe
<b>Herbicides</b>						
Métribuzine	14	1 200	3 à 47	élevé	106 à 112	élevée
<i>γ</i> -Métolachlore	7	480	110 à 369	élevé	14 à 81	modérée
Atrazine	3	33	39 à 155	élevé	77 à 159	modérée à élevée
Glyphosate	3	10 500	500	faible	49	faible à modérée
Imazéthapyr	2	1 400	21 à 184	élevé	198 à 879	élevée
Imazapyr	1	-	-	-	-	-
BAM	1	-	41	élevé	1149	élevée
<b>Inhibiteur de germination</b>						
Chlorprophame	5	89	260	modéré	22 à 65	faible à modérée
<b>Insecticides</b>						
Thiaméthoxame	24	4 100	33	élevé	227	élevée
Clothianidine	24	327	60 à 345	élevé	11 à 5 357	élevée
Imidaclopride	21	610	41 à 1 560	élevé	157 à 973	élevée
Chlorantraniliprole	17	0,88	153 à 526	élevé	228 à 924	élevée
Imidaclopride-urée	9	-	-	-	-	-
Cyantraniliprole	3	12,3	133	élevé	9 à 135	modérée
Flupyradifurone	3	3 200	81 à 283	élevé	37 à 401	modérée
Imidaclopride-guanidine	1	-	-	-	-	-
Imidaclopride-oléfine	1	-	-	-	-	-
<b>Fongicides</b>						
Azoxystrobine	13	6	300 à 1 690	élevé	54 à 135	modérée à élevée
Métalaxyl	2	8 400	165	élevé	40	modérée
Pyriméthanil	1	121	483 à 686	modéré	25 à 72	modérée
Fludioxonil	1	1,8	11 462	faible	143 à 494	élevée

Source : SAGe pesticides (2019) <https://www.sagepesticides.qc.ca/>





*Autres facteurs*

À la suite d'une recherche menée au Wisconsin et portant sur le lessivage vers l'eau souterraine des insecticides néonicotinoïdes, Huseh et Groves (2014) suggèrent que le lessivage des néonicotinoïdes se produirait principalement

après la récolte des pommes de terre en comparaison des autres moments de la saison de croissance. En effet, les pertes par lessivage les plus importantes seraient survenues après le défanage, soit plus de 100 jours après la plantation.

## 5 INSTALLATIONS MUNICIPALES DE PRODUCTION D'EAU POTABLE

Entre 2017 et 2019, 68 échantillons pour l'analyse de pesticides ont été prélevés dans neuf installations municipales de production d'eau potable. Ces installations, qui étaient approvisionnées par un total de 21 puits, ont été sélectionnées en fonction de différents critères tels que la présence de culture de pomme de terre à proximité des puits et un indice DRASTIC élevé (indice de vulnérabilité de l'aquifère à la contamination).

Parmi les 130 pesticides analysés, 14 ont été détectés à au moins une occasion. Sur les neuf installations de production d'eau potable, six (67 %) ont montré la présence d'au moins un pesticide à l'eau brute et deux (22 %) ont montré la présence d'au moins un pesticide à l'eau traitée. Au total, des pesticides sont détectés dans 10 puits distincts (48 %) sur les 21 puits échantillonnés.

Le tableau 18 présente, pour chacun des pesticides détectés, la concentration maximale ayant été mesurée dans l'eau traitée ou distribuée ainsi que le nombre d'installations et de puits pour lesquels il y a eu au moins une détection de pesticides. On remarque que les concentrations maximales mesurées à l'eau traitée ou distribuée représentent moins de 3 % de la norme ou de la valeur de référence applicable, et dans la majorité des cas, beaucoup moins. Les principaux pesticides détectés sont les insecticides thiaméthoxame, clothianidine et imidaclopride, l'insecticide chlorantraniliprole et l'herbicide atrazine, ce dernier étant homologué seulement pour la culture du maïs.

**Tableau 18 Concentration maximale mesurée à l'eau traitée ou distribuée et nombre d'installations et de puits pour lesquels il y a eu au moins une détection de pesticides**

Pesticides	Nombre d'installations	Proportion d'installations (%)	Nombre de puits	Proportion de puits (%)	Concentration maximale (µg/L)	Proportion de la norme ou valeur de référence (%)	Norme ou valeur de référence (µg/L)	Source
<b>Herbicides</b>								
2,4-D	2	22	1	5	0,28	0,4	70	RQEP
Atrazine	2	22	3	14	0,06	1,714	3,5	RQEP
Dicamba	2	22	1	5	0,03	0,429	7	RQEP
Glyphosate	1	11	1	5	ND	ND	210	RQEP
Mésotrione	1	11	0	0	0,22	0,005	4 500	USEPA
Métribuzine	1	11	1	5	0,02	0,033	60	RQEP
Simazine	1	11	2	10	0,24	2,667	9	RQEP
♁-Métolachlore	1	11	1	5	ND	ND	35	RQEP
Tébutiuron	1	11	1	5	ND	ND	500	USEPA*
<b>Insecticides</b>								
Clothianidine	5	56	9	43	0,17	0,027	630	USEPA
Chlorantraniliprole	3	33	5	24	0,22	0,002	10 100	USEPA
Thiaméthoxame	2	22	4	19	0,12	0,156	77	USEPA
Imidaclopride	2	22	5	24	0,11	0,031	360	USEPA
Cyhalothrine	1	11	1	5	ND	ND	6	USEPA

Sources : USEPA (2019 et 2018), Québec (2014).

ND : signifie « non détecté » c'est-à-dire que les résultats transmis indiquaient une concentration inférieure à la limite de détection de la méthode d'analyse.

Ces résultats sont cohérents avec ceux obtenus dans le cadre du contrôle des pesticides dans l'eau potable réalisé par les responsables de systèmes de distribution visés par le RQEP, de même que ceux issus d'autres suivis effectués dans le cadre du Programme de surveillance de la qualité de l'eau potable (MELCC, 2016). En effet, selon

les milliers de résultats dont le Ministère dispose, aucun dépassement de normes ou de valeurs de référence n'a été observé au Québec en ce qui concerne les pesticides dans l'eau potable. Par ailleurs, les concentrations maximales mesurées sont très en dessous de ces normes ou valeurs de référence et les fréquences de détection sont

généralement faibles. Néanmoins, on observe des fréquences de détection plus élevées lors de suivis ciblés, comme c'est le cas du présent suivi.

Étant donné que les pesticides n'ont été détectés qu'à de petites concentrations dans l'eau du robinet, l'eau potable n'est pas considérée comme une source importante d'exposition pour la population générale comparativement à celle résultant de l'alimentation.

Dans une perspective de protection des sources d'approvisionnement en eau potable, la présence de pesticides doit cependant être prise en compte. À cet effet, le Règlement sur le prélèvement des eaux et

leur protection (RPEP) exige des municipalités visées qu'elles produisent, au plus tard en avril 2021, un rapport d'analyse de la vulnérabilité de leurs sources d'approvisionnement. Pour les municipalités dont l'eau potable présente parfois de petites concentrations de pesticides, le rapport doit inclure un inventaire des activités susceptibles d'être en cause. Mentionnons également que la [Loi sur les pesticides](#) et ses règlements d'application contiennent des exigences permettant de limiter la présence de pesticides dans les sources d'eau potable, dont des distances minimales d'éloignement d'un puits ou d'une prise d'eau potable pour l'entreposage, la préparation et l'application de pesticides.

## CONCLUSION

Les méthodes actuelles de culture de la pomme de terre impliquent l'utilisation de plusieurs pesticides durant la saison et contribuent donc à la présence de ces produits dans les cours d'eau des milieux agricoles. Des pesticides ont été détectés dans les trois cours d'eau échantillonnés qui drainent des champs en culture de pommes de terre. Les pesticides détectés le plus souvent sont les herbicides *s*-métolachlore et métribuzine, les insecticides néonicotinoïdes thiaméthoxame, clothianidine et imidaclopride ainsi que l'insecticide chlorantraniliprole et les fongicides azoxystrobine et fénamidone. Les concentrations de plusieurs de ces produits dépassent le critère de vie aquatique chronique (CVAC), l'un des critères de qualité de l'eau pour la protection des espèces aquatiques. Les insecticides néonicotinoïdes sont ceux qui dépassent le plus souvent leur CVAC. En raison de la présence simultanée de plusieurs pesticides dont certains dépassent leur CVAC respectif, des impacts sur les espèces aquatiques sont donc appréhendés pour ces cours d'eau.

Des pesticides sont également décelés dans 35 des 53 (66 %) puits individuels et dans six des neuf (67 %) installations municipales échantillonnés et situés à proximité de champs en culture de pommes de terre. La vulnérabilité des aquifères dans les sols sableux où est habituellement cultivée la pomme de terre explique en partie cette proportion importante de puits touchés par la présence de pesticides. Toutefois, les concentrations de tous les produits détectés sont largement en deçà des normes ou valeurs de référence pour l'eau potable, les concentrations maximales représentant moins de 4 % des valeurs de référence applicables et souvent beaucoup moins.

Le Ministère continue à suivre la présence de pesticides, et l'évolution de leurs concentrations, dans les cours d'eau et l'eau souterraine des secteurs en culture de pommes de terre. Les résultats des prochaines années permettront d'évaluer l'efficacité des mesures réglementaires mises en place afin de réduire l'usage des pesticides les plus à risque, dont les insecticides néonicotinoïdes.

## BIBLIOGRAPHIE

- ARLA, 2019a. *Décision de réévaluation RVD2019-04, Thiaméthoxame et préparations commerciales connexes : réévaluation axée sur les insectes pollinisateurs*, [En ligne], Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire, Santé Canada, 277 p. [<https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/securite-produits-consommation/rapports-publications/pesticides-lutte-antiparasitaire/decisions-mises-jour/decision-reevaluation/2019/thiamethoxame.html>].
- ARLA, 2019 b. *Décision de réévaluation RVD2019-05, Clothianidine et préparations commerciales connexes : réévaluation axée sur les insectes pollinisateurs*, [En ligne], Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire, Santé Canada, 203 p. [<https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/securite-produits-consommation/rapports-publications/pesticides-lutte-antiparasitaire/decisions-mises-jour/decision-reevaluation/2019/clothianidine.html>].
- ARLA, 2019 c. *Décision de réévaluation RDV2019-06, Imidaclopride et préparations commerciales connexes : réévaluation axée sur les insectes pollinisateurs*, [En ligne], Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire, Santé Canada, 88 p. [<https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/securite-produits-consommation/rapports-publications/pesticides-lutte-antiparasitaire/decisions-mises-jour/decision-reevaluation/2019/imidaclopride.html>].
- ARLA, 2019 d. *Projet de décision de réévaluation PRVD2018-17, Mancozèbe et préparations commerciales connexes*, [En ligne], Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire, Santé Canada. [<https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/securite-produits-consommation/pesticides-lutte-antiparasitaire/public-consultations/decisions-reevaluation/2018/mancozebe/document.html>].
- ARLA, 2018. *Décision de réévaluation RVD2018-11, Chlorothalonil et préparations commerciales connexes pour des utilisations agricoles et sur le gazon*, [En ligne], Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire, Santé Canada, 102 p. [[http://publications.gc.ca/collections/collect ion\\_2018/sc-hc/h113-28/H113-28-2018-11-fra.pdf](http://publications.gc.ca/collections/collect ion_2018/sc-hc/h113-28/H113-28-2018-11-fra.pdf)].
- BOULET, L. 2011. *La gale commune de la pomme de terre*, [En ligne], Réseau d'avertissement phytosanitaire, Bulletin d'information n° 7, 27 mai 2011, ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, 5 p. [<https://www.agrireseau.net/Rap/document/s/b07pdt11.pdf>].
- GIROUX, I. 2017. *Présence de pesticides dans l'eau de surface au Québec – Zones de vergers et de cultures maraîchères, 2013 à 2016*, [En ligne], Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Direction de l'information sur les milieux aquatiques, 47 p. + 3 annexes. [[http://www.environnement.gouv.qc.ca/ea u/eco\\_aqua/pesticides/verges-maraicheres/pesticides-eau-vergers-maraicher.pdf](http://www.environnement.gouv.qc.ca/ea u/eco_aqua/pesticides/verges-maraicheres/pesticides-eau-vergers-maraicher.pdf)].
- GIROUX, I. 2016. *Portrait de la présence de pesticides dans l'eau souterraine près de secteurs maraîchers, vergers, vignes et petits fruits – Échantillonnage 2012 à 2014*, [En ligne], Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Direction générale du suivi de l'état de l'environnement, 25 p. + 5 ann. [[http://mdelcc.gouv.qc.ca/eau/flrivlac/Rap port\\_2016.pdf](http://mdelcc.gouv.qc.ca/eau/flrivlac/Rap port_2016.pdf)].

- GIROUX, I., 2014. *Présence de pesticides dans l'eau au Québec – Zones de vergers et de pommes de terre, 2010 à 2012*, [En ligne], Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Direction du suivi de l'état de l'environnement, 55 p. + 5 ann. [[http://www.environnement.gouv.qc.ca/pesticides/pomme\\_terre/rapport\\_vergers.pdf](http://www.environnement.gouv.qc.ca/pesticides/pomme_terre/rapport_vergers.pdf)].
- GIROUX, I., C. LAVERDIÈRE et M.-C. GRENON, 2013. *Suivi environnemental des pesticides près des terrains de golf*, [En ligne], Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, Direction du suivi de l'état de l'environnement, Direction du secteur agricole et des pesticides et Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, 27 p. et 4 ann. [<http://www.environnement.gouv.qc.ca/pesticides/suivi-enviro-golf/suivi-pesticides-golf.pdf>].
- GIROUX, I., et B. SARRASIN, 2011. *Pesticides et nitrates dans l'eau souterraine près de cultures de pommes de terre – Échantillonnage dans quelques régions du Québec en 2008 et 2009*, Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du suivi de l'état de l'environnement et Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, 31 p. et 5 ann.
- HUSETH, A. S., et R. L. GROVES, 2014. « Environmental Fate of Soil Applied Neonicotinoid Insecticides in an Irrigated Potato Agroecosystem », *PLOS/One*, vol. 9, n° 5, 11 p.
- ISQ, 2018. « Superficie, production et ventes hors secteur de pommes de terre, par regroupement de régions administratives », [En ligne], Québec, Institut de la statistique du Québec, [<http://www.stat.gouv.qc.ca/statistiques/agriculture/pommes-terre/pommes-terre-prod-ventes-regions.html>].
- MELCC, 2020. « Bilan des ventes des pesticides au Québec – Année 2018 » [En ligne] Québec, 2020, 81 p. [<http://www.environnement.gouv.qc.ca/pesticides/bilan/index.htm>].
- MELCC, 2019a. « Critères de qualité de l'eau de surface, Règles générales d'utilisation des critères de qualité de l'eau », [En ligne], Québec, ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques. [[http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/criteres\\_eau/generales.htm](http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/generales.htm)].
- MELCC, 2019b. *Détermination des aires de protection des prélèvements d'eau souterraine et des indices de vulnérabilité DRASTIC – Guide technique*. [En ligne], Québec, ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, 86 p. [[www.environnement.gouv.qc.ca/eau/souterraines/drastringuide.pdf](http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/souterraines/drastringuide.pdf)].
- MELCC, 2018. « Le climat du Québec – Faits saillants », [En ligne], Québec, ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques. [<http://www.mdelcc.gouv.qc.ca/climat/Faits-saillants/index.htm>].
- MELCC, 2016. *Bilan de la qualité de l'eau potable au Québec 2010-2014*, [En ligne], Québec, ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, 80 p. [<http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/potable/bilans/bilan-qualite2010-2014.pdf>].
- PHYTOWEB, 2019. « Retrait des autorisations de produits à base de chlorpropham », [En ligne], [<https://fytoweb.be/fr/nouvelles/retrait-des-autorisations-de-produits-base-de-chlorpropham>].
- QUÉBEC, 2014. *Règlement sur la qualité de l'eau potable, RLRQ, C-Q2, r. 40, à jour au 1<sup>er</sup> novembre 2019*, [En ligne], Québec, Éditeur officiel du Québec [<http://legisquebec.gouv.qc.ca/fr/ShowDoc/cr/Q-2,%20r.%2040>].



- STACKELBERG, P. E., J.E. BARBASH, R.J. GILLIOM, W.W. STONE, D.M. WOLOCK, 2012. « Regression models for Estimating Concentrations of Atrazine plus Deethylatrazine in Shallow Groundwater », dans *Agricultural Areas of the United States*, *Journal of Environmental Quality*, vol. 41, p. 479-494.
- THIBAUT, P., 2018. « Avertissement-Pomme de terre, N° 8, 6 juillet 2018 », [En ligne], Réseau d'avertissement phytosanitaire (RAP), [<https://www.agrireseau.net/documents/98176/pomme-de-terre-avertissement-no-8-6-juillet-2018?r=avertissement+pomme+de+terre>].
- THIBAUT, P., 2017. « Avertissement-Pomme de terre, N° 9, 7 juillet 2017 », [En ligne], Réseau d'avertissements phytosanitaires (RAP), [<https://www.agrireseau.net/rap/documents/95703/pomme-de-terre-avertissement-no-9-7-juillet-2017?s=1192&page=5&a=1>].
- THIBAUT, P., 2003. *L'importance d'une irrigation adéquate dans la pomme de terre*. Présentation au Colloque sur la pomme de terre organisé par le Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec (CRAAQ) le 7 novembre 2003, à Québec.
- USEPA, 2019. « Updated List of Human Health Benchmarks for pesticides in Drinking Water Available », [En ligne], United States Environmental Protection Agency, dernière mise à jour en janvier 2017, [<https://www.epa.gov/pesticides/updated-list-human-health-benchmarks-pesticides-drinking-water-available>].
- USEPA, (2018). *2018 Edition of the Drinking Water Standards and Health Advisories Tables*, [En ligne], United States Environmental Protection Agency, Office of Water, 20 p. [<https://www.epa.gov/sites/production/files/2018-03/documents/dwtable2018.pdf>].
- VALLÉE, J., D. BERGERON et C. BOIVIN, 2017. *Irrigation goutte à goutte de la pomme de terre*, Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA), 20 p.

## ANNEXES

### Annexe 1 Pesticides homologués dans la culture des pommes de terre (liste non exhaustive)

Ingrédients actifs	Noms commerciaux	Nombre de producteurs participant ayant utilisé le produit *	
		2017	2018
<b>HERBICIDES</b>			
Carfentrazone-éthyle	AIMEC		
Cléthodime	ARROW 240 EC, SELECT	1	
Diclofop-méthyl	HOE-GRASS		
Endothal	DES-I-CATE		
EPTC	EPTAM 8E		
Fenoxaprop-éthyl	EXCEL-SUPER, PUMA		
Flumioxazine	CHATEAU WDG		
Fluazifop-butyl	VENTURE L	4	
Fomé safène	REFLEX		1
Glyphosate	ROUNDUP, TOUCHDOWN, GLYFOS	4	
Glufosinate d'ammonium	IGNITE	2	
Linuron	LOROX, AFOLAN, LINURON	13	7
Métribuzine	LEXONE, SENCOR, TRICOR, SQUADRON	11	6
γ-Métolachlore	DUAL MAGNUM, DUAL II MAGNUM		2
γ-Métolachlore/métribuzine	BOUNDARY LQD	1	1
Prométhrine	GESAGARD		
Rimsulfuron	PRISM	2	2
Séthoxydime	POAST ULTRA		
<b>DÉFANANTS</b>			
Diquat	REGLONE	12	8
Paraquat	GRAMOXONE		2
<b>INHIBITEURS DE GERMINATION</b>			
Hydrazide maléique	ROYAL MH30, ROYAL MH60		
Chlorprophame	CIPC		
<b>STÉRILISANTS DE SOL</b>			
Métam-sodium	VAPAM		
Chloropicrine	CHLOROPICRIN, FUMIGANT PIC PLUS		1
<b>FONGICIDES</b>			
Azoxystrobine	QUADRIS F, QUADRIS TOP, ABOUND	8	7
Azoxystrobine/fludioxonil/difénoconazole	STADIUM		
Benzovindiflupyr	APROVIA		
Boscalide	CANTUS, LANCE		
Chlorothalonil	BRAVO 500, BRAVO ZN, ECHO 90 DF, ECHO 720	7	6
Cymoxanil/mancozèbe	CURZATE/MANZATE	2	
Difénoconazole	INSPIRE		
Dimétoporphe/mancozèbe	ACROBAT		
Fénamidone	REASON 500SC	5	4
Fluaziname	ALLEGRO 500 F		1
Fludioxonil/difénoconazole	MAXIM	3	
Fludioxonil/mancozèbe	MAXIM MZ		
Fluopyram	LUNA PRIVILEGE, VELUM PRIME		
Fluopyram/pyriméthanol	LUNA TRANQUILITY		1
Fluxapyroxade	SERCADIS	2	1
Hydroxyde de cuivre	KOCIDE		
Mancozèbe	DITHANE NT, MANZATE PRO-STICK, PENNCOZEB, PSPT	16	11
Mancozèbe/chlorothalonil	ELIXIR	2	
Mandipropamide	REVUS, ORONDIS ULTRA, (VIBRANCE ULTRA semences)	7	1
Métalaxyl/mancozèbe	RIDOMIL GOLD	1	1
Métalaxyl/chlorothalonil	RIDOMIL GOLD/BRAVO		
Métirame	POLYRAM DF		1
Oxychlorure de cuivre	COPPER SPRAY 50 WP		
Penflufène	PENRED 240 FS		
Penflufène/prothioconazole	EMESTO SILVER		1
Penthiopyrade	VERTISAN		
Penthiopyrade/chlorothalonil	TREORIS		1
Propamocarbe/chlorothalonil	TATTOO		
Pyraclostrobine/boscalide	HEADLINE		
Pyraclostrobine/métirame	CABRIO PLUS	4	1
Pyriméthanol	SCALA SC		1
Sedaxane	VIBRANCE		
Sulfate de cuivre tribasique	CUIVRE 53M		
Thiabendazole	MERTECT		
Thiophanate-méthyle	SENATOR		
Zinèbe	ZINEB		
Zoxamide/mancozèbe	GAVEL		1

\* Il s'agit du nombre de producteurs ayant utilisé le produit listé, parmi les producteurs visités lors de la campagne d'échantillonnage des puits.

**Annexe 1 Pesticides homologués dans la culture des pommes de terre (suite)**

Ingrédients actifs	Noms commerciaux	Nombre de producteurs participant ayant utilisé le produit *	
		2017	2018
<b>INSECTICIDES</b>			
Acéphate	ORTHENE		
Acétamipride	ASSAIL 70 WP		
Azinphos-méthyl	GUTHION 50 WP, SNIPER 50 W		
<i>Bacillus thuringiensis</i>	NOVODOR		
Bifenthrine	CAPTURE	1	
Carbaryl	SEVIN 50 W / 5D / XLR / XLR PLUS / SL		
Chlorpyrifos	LORSBAN, PYRINEX, NUFOS 4E, PYRIFOS 15G		
Chlorantraniliprole	CORAGEN	4	3
Chlorantraniliprole/λ-Cyhalothrine	VOLIAM XPRESS		
Clothianidine	TITAN, PROSPER, CLUTCH 50 WDG	3	5
Clothianidine/penflufen	EMESTO QUANTUM		1
Cyantraniliprole	VERIMARK, EXIREL, MINECTO, FORTENZA, BENEVIA		
λ-Cyhalothrine	MATADOR 120 EC, WARRIOR, SILENCER 120 EC	1	
Cyperméthrine	CYMBUSH, RIPCORDER, UP-CYDE 2,5 EC		
Deltaméthrine	DECIS 5 EC		
Diazinon	DIAZINON 50 W, DZN 600 EW		
Diméthoate	CYGON 480 EC/AG, LAGON 480E		
Endosulfan	THIODAN 50 WP, THIONEX 50 WP		
Fonicamide	BELEAF	3	1
Flupyradifurone	SIVANTO PRIME	1	2
Imidaclopride	ADMIRE 240, ALIAS 240 SC, GRAPPLE, GRAPPLE 2		1
Imidaclopride/deltaméthrine	CONCEPT		
Imidaclopride/mancozèbe	GENESIS		
Malathion	MALATHION, FYFANON 50 EC, PRO MALATHION		
Méthomyl	LANNATE		
Naled	DIBROM		
Novaluron	RIMON		
Oxamyl	VYDATE		
Perméthrine	POUNCE, PERM-UP		1
Phosmet	IMDAN 50 W		
Pyrimicarbe	PIRIMOR		
Spinétorame	DELEGATE	1	
Spirotetramat	MOVENTO 240 SC / 150 OD		
Spinosad	SUCCESS 480 SC / 480 EC, ENTRUST		1
Sulfoxaflor	CLOSER SC		
Thiaméthoxame	ACTARA 240 SC / 25 WG, NIPSIT INSIDE	7	2
Thiaméthoxame/cyantraniliprole	MINECTO DUO		

\* Il s'agit du nombre de producteurs ayant utilisé le produit listé, parmi les producteurs visités lors de la campagne d'échantillonnage des puits.

Sources :

- Bulletin des agriculteurs, *Guide pommes de terre 2017*;
- Giroux, I. (2014). *Présence de pesticides dans l'eau au Québec – Zones de vergers et de pommes de terre, 2010 à 2012*, Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Direction du suivi de l'état de l'environnement, 55 p. + 5 ann.

## **Annexe 2 Méthodes d'analyse des pesticides et limites de détection**

### **OPS+ (MA. 400 – PEST 1.0)**

Les pesticides sont extraits de l'échantillon avec du dichlorométhane. L'extrait est réduit à petit volume et est ensuite concentré sous jet d'argon. Les pesticides sont séparés sur une colonne de chromatographie en phase gazeuse et détectés par spectrométrie de masse. Les concentrations de pesticides dans l'échantillon sont calculées en comparant les surfaces des pics des produits de l'échantillon à celles de solutions étalons de concentrations connues. Un contrôle de qualité de la méthode est effectué sur chaque échantillon à l'aide d'étalon d'extraction (malathion-D10 et atrazine-D5) et d'étalons d'injection (trifluraline-D14 et chlorpyrifos-D10).

### **Pesticides émergents (MA. 403-Pest\_émergents)**

Une extraction liquide-solide est réalisée à l'aide d'un système d'extraction en ligne avec une cartouche de type HLB. La séparation chromatographique est réalisée sur une colonne de type C-18. Le système de chromatographie liquide est couplé à un spectromètre de masse en tandem (LC-MS/MS). La concentration des produits est calculée en comparant la surface des pics de l'échantillon aux pics obtenus avec des solutions étalons de concentrations connues. La clothianidine-D3, l'imidaclopride-D4, le pyriméthanil-D5 et le nicosulfuron-D6 sont utilisés comme étalons d'extraction et l'atrazine-D5, comme étalon d'injection.

### **Diquat-Paraquat**

Le diquat et le paraquat sont analysés directement après l'ajout de deux étalons de recouvrement. Le dosage se fait en injection directe par chromatographie liquide couplée à un spectromètre de masse (LC-MS/MS). La chromatographie est réalisée à l'aide d'une colonne Restek, modèle Ultra Quat de 2,1 mm sur 50 mm, conçu pour les particules de 3,0 µm. La concentration en pesticides de l'échantillon est déterminée en comparant les surfaces des pics des produits de l'échantillon à celles obtenues avec des solutions étalons de concentrations connues.

### **ETU (éthylène thiourée)**

L'ETU est dosé par chromatographie liquide couplée à un spectromètre de masse (LC-MS/MS) en mode injection directe. La chromatographie est réalisée à l'aide d'une colonne X-Terra C18 3,5 µm de 2,1 mm sur 100 mm. La concentration en ETU de l'échantillon est déterminée en comparant les surfaces des pics des produits présents dans l'échantillon à celles obtenues avec des solutions étalons de concentrations connues.

### **Glyphosate et AMPA (MA. 400-Glyphosate)**

Un volume de 80 ml de l'échantillon est acidifié à pH1. Après 15 minutes, l'échantillon est ensuite pressé sur une cartouche SPE Oasis HLB, puis élué avec du méthanol basique. Finalement, on injecte l'éluant dans un chromatographe en phase liquide couplé à un spectromètre de masse en tandem.

### **Contrôles de qualité**

#### *Contrôle de qualité de l'analyse*

Chaque certificat d'analyse comporte une mention qui rend compte du taux de recouvrement des substances étalons utilisées au moment de l'analyse. Pour toute la durée de la période d'échantillonnage le taux de récupération des échantillons s'est généralement révélé supérieur à 80 % pour l'analyse OPS + et supérieur à 71 % pour l'analyse Pesticides-émergents.

#### *Contrôle de qualité de l'échantillonnage*

Durant la période à l'étude (2017 et 2018), un blanc de terrain a été effectué pour chacun des trois cours d'eau échantillonnés (ruisseau Point-du-Jour, ruisseau Chartier et rivière Blanche). Les blancs ont été effectués pour les analyses OPS+, Pesticides-émergents et ETU en 2017 et pour OPS+ et Pesticides-émergents en 2018. Aucun pesticide n'a été détecté dans les blancs de terrain.

**Annexe 2 Limites de détection des méthodes d'analyse (suite)**

Ingrédient actif	2017	2018	Ingrédient actif	2017	2018	
<b>OPS+</b>			<b>OPS+</b>			
Aldrine	0,01	0,01	(suite)	Napropamide	0,06	0,01
Atrazine	0,01	0,01		Parathion	0,02	0,01
<i>Déséthyl-atrazine</i>	0,02	0,01		Méthyl-parathion	0,02	0,01
<i>Déisopropyl-atrazine</i>	0,01	0,01		Pendiméthaline	0,03	0,02
Azinphos-méthyl	0,1	0,05		Perméthrine	0,13	0,04
Azoxystrobine	0,1	0,05		Phorate	0,02	0,03
Bendiocarbe	0,02	0,01		Phosalone	0,03	0,01
Boscalide	0,07	0,02		Phosmet	0,05	0,02
Bromacil	0,12	0,03		Pirimicarbe	0,03	0,1
Butilate	0,03	0,01		Propiconazole	0,23	0,18
Captafol	0,04	0,03		Propoxur	0,02	0,01
Captane	0,02	0,02		Propyzamide	0,03	0,03
Carbaryl	0,04	0,02		Pyraclostrobine	0,33	0,18
<i>1-naphtol</i>	0,04	0,03		Quintozène	0,03	0,03
Carbofuran	0,02	0,01		Simazine	0,01	0,01
Carfentrazone-éthyl	0,03	0,02		Tébutiuron	0,24	0,22
Chorfenvinphos	0,04	0,02		Terbufos	0,04	0,02
Chloronèbe	0,06	0,04		Trifloxystrobine	0,03	0,03
Chlorothalonil	0,04	0,01		Trifluraline	0,02	0,02
Chloroxuron	0,18	0,04		Trinexapac-éthyl	0,75	0,61
Chlorprophame	0,03	0,03		Triticonazole	0,34	0,43
Chlorpyrifos	0,01	0,01	<b>PESTICIDES</b>	Acétamipride	0,002	0,002
Cyanazine	0,03	0,01	<b>ÉMERGENTS</b>	Azoxystrobine	0,001	0,001
Cyhalothrine-lambda	0,04	0,01	<b>(PEM)</b>	Chlorantraniliprole	0,002	0,002
Cyperméthrine	0,07	0,06		Chlorimuron éthyl	-	0,01
Deltaméthrine	0,08	0,04		Clothianidine	0,005	0,005
Diazinon	0,01	0,01		Cyantraniliprole	0,01	0,01
Dichlobénil	0,04	0,01		Fénamidone	0,001	0,001
<i>2,6-Dichlorobenzamide</i>	0,05	0,02		<i>Fénamidone métabolite</i>	0,004	0,004
Dichlorvos	0,05	0,02		Flumetsulame	0,001	0,001
Dieldrine	0,02	0,01		Flupyradifurone	0,003	0,003
Diméthazone	0,03	0,02		Imazapyr	0,004	0,004
Diméthénamide	0,02	0,01		Imazéthapyr	0,003	0,003
Diméthoate	0,02	0,01		Imidaclopride	0,004	0,004
Dimétomorphe	0,17	0,09		<i>Imidaclopride-guanidine</i>	-	0,003
Disulfoton	0,01	0,02		<i>Imidaclopride-oléfine</i>	0,002	0,002
Diuron	0,28	0,1		<i>Imidaclopride-urée</i>	0,003	0,003
EPTC	0,02	0,01		Isoxaflutole	-	0,01
Fluazinam	0,05	0,08		Mésotrione	0,01	0,01
Fludioxonil	0,03	0,06		Nicosulfuron	0,002	0,002
Fonofos	0,01	0,01		Pyriméthanyl	0,001	0,001
Iprodion	0,08	0,07		Rimsulfuron	0,003	0,003
Linuron	0,06	0,07		Sulfosulfuron	0,001	0,001
Malathion	0,02	0,01		Thiaclopride	0,002	0,002
Métalaxyl	0,05	0,11		Thiaméthoxame	0,002	0,002
Méthidathion	0,03	0,01	<b>DIQ-PAQ</b>			0,1
Méthoxychlore	0,02	0,01		Paraquat		0,1
<i>S-Métolachlore</i>	0,01	0,01		Paraquat (en dichlorures)		0,14
Métribuzine	0,01	0,01	<b>ETU</b>	<i>Éthylène-thiourée</i>	0,05	-
Mévinphos	0,03	0,01	<b>GLY-AMPA</b>	Glyphosate	0,04	0,04
Myclobutanil	0,02	0,03		AMPA et glufosinate	0,05	0,05

## Annexe 2 Limites de détection des méthodes d'analyse (suite)

### Détection d'un produit de dégradation du linuron

À la suite d'une campagne d'échantillonnage antérieure le Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (CEAEQ) a procédé à des essais en laboratoire afin de confirmer une anomalie dans la détection du diuron. En fait, ces essais ont permis de démontrer que lors de l'analyse d'un échantillon contenant du linuron, un produit de dégradation est formé, soit l'isocyanate de 3,4-dichlorophényl. Il s'agit d'un produit de dégradation commun au linuron et au diuron. Mais à l'analyse, ce produit de dégradation est difficile à distinguer du diuron, car il est très similaire.

Le produit serait en partie ou en totalité formé lors de l'analyse, lorsque l'extrait est injecté dans un injecteur de type *split/splitless* chauffé à 250 °C. La proportion exacte de linuron qui serait transformée en isocyanate de 3,4-dichlorophényle est difficile à établir. Sur la base des essais réalisés, le CEAEQ estime que cette proportion pourrait se situer entre 25 % et 40 %, mais qu'elle pourrait aussi être plus élevée. La complexité de la matrice affecte et fait varier le pourcentage de dégradation du linuron à l'injection. Ceci implique que les concentrations de linuron mesurées pourraient être sous-estimées puisqu'on pense qu'une partie du linuron serait dégradée au moment de l'analyse. La fraction dégradée est toutefois difficile à reconvertir en linuron puisque le taux de dégradation n'est pas constant ni reproductible.

Dans le ruisseau Point-du-Jour en 2018, le profil très similaire des concentrations du linuron et du diuron laisse croire que la détection de diuron est plutôt une détection de l'isocyanate de 3,4-dichlorophényl.

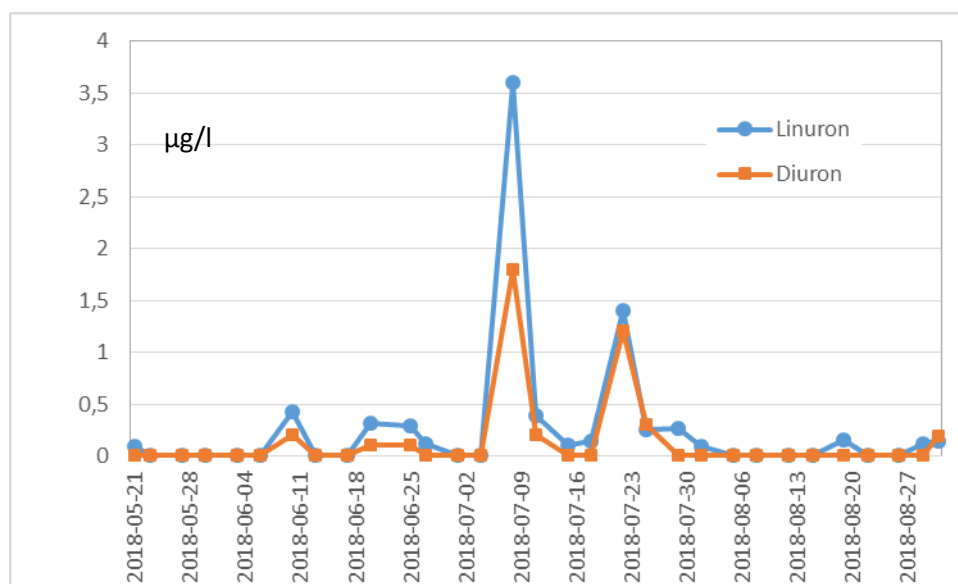


Figure A. Profil du linuron et du diuron ou de l'isocyanate de 3,4-dichlorophényl dans le ruisseau Point-du-Jour en 2018







## Annexe 3 Concentrations des pesticides détectés dans les trois cours d'eau à l'étude (suite)

## Concentrations des pesticides détectés dans la rivière Blanche en 2017 (µg/l)

	CVAC	Mai		Juin										Juillet										Août										Fréquence							
		23	25	30	1	5	8	12	15	19	21	26	28	3	6	10	13	17	20	24	27	31	3	3B	7	10	14	17	21	24	29	31	Détection N 30	%	Dépassements N 30	%					
<b>HERBICIDES</b>																																									
Métribuzine	1	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02	0,03	0,02	0,01	0,03	0,02	0,02	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	29	96,7	-	-
5-Métolachlore	7,8	-	-	-	-	-	-	-	-	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	6,7	-	-		
Atrazine	1,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	3,3	-	-			
DEA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	3,3	-	-			
<b>INSECTICIDES</b>																																									
Thiaméthoxame	0,0083	0,059	0,067	0,064	0,063	0,075	0,08	0,1	0,097	0,065	0,042	0,062	0,099	0,023	0,06	0,053	0,083	0,08	0,073	0,099	0,091	0,088	0,1	-	0,079	0,077	0,071	0,093	0,083	0,041	0,078	0,096	30	100	30	100					
Clothianidine	0,0083	0,17	0,22	0,22	0,2	0,3	0,25	0,35	0,29	0,2	0,11	0,22	0,3	0,081	0,19	0,19	0,22	0,25	0,24	0,32	0,3	0,31	0,34	-	0,29	0,25	0,23	0,27	0,23	0,13	0,23	0,33	30	100	30	100					
Imidaclopride	0,0083	0,038	0,047	0,042	0,046	0,05	0,048	0,057	0,059	0,043	0,031	0,038	0,064	0,014	0,041	0,041	0,046	0,049	0,045	0,053	0,049	0,057	0,051	-	0,053	0,054	0,046	0,05	0,054	0,027	0,051	0,058	30	100	30	100					
Flupyradifurone	-	0,009	0,01	0,009	0,009	0,011	0,011	0,012	0,013	0,01	0,005	0,01	0,014	0,005	0,01	0,009	0,012	0,012	0,009	0,014	0,012	0,011	0,013	-	0,008	0,011	0,01	0,013	0,011	0,005	0,012	0,013	30	100	-	-					
Chlorantraniliprole	0,22	0,054	0,062	0,055	0,057	0,061	0,071	0,084	0,075	0,057	0,037	0,054	0,092	0,019	0,052	0,043	0,066	0,07	0,062	0,09	0,086	0,074	0,076	-	0,06	0,07	0,064	0,079	0,07	0,039	0,072	0,078	30	100	-	-					
Cyrantraniliprole	-	-	-	0,015	0,014	0,02	0,019	0,023	0,031	0,02	-	0,02	0,042	-	0,016	0,01	0,021	-	0,02	0,027	0,027	0,022	0,021	-	0,027	0,022	0,027	0,024	0,02	0,012	0,026	0,024	25	83,3	-	-					
<b>FONGICIDES</b>																																									
Azoxystrobine	1,24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	-	-	-	-	0,009	0,003	0,003	0,003	0,002	0,002	16	53,3	-	-				
Pyriméthanyl	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,002	-	0,004	0,004	0,003	-	0,003	0,003	0,003	-	-	0,004	-	-	8	26,7	-	-				

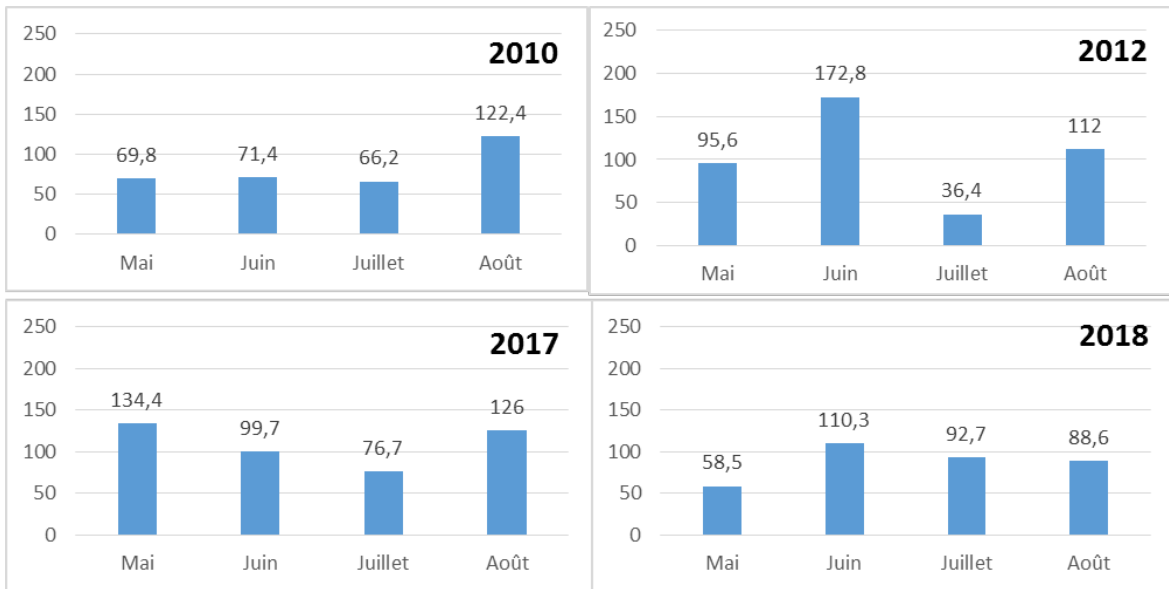
L'ETU a été analysé, mais n'a pas été détecté.

## Concentrations des pesticides détectés dans la rivière Blanche en 2018 (µg/l)

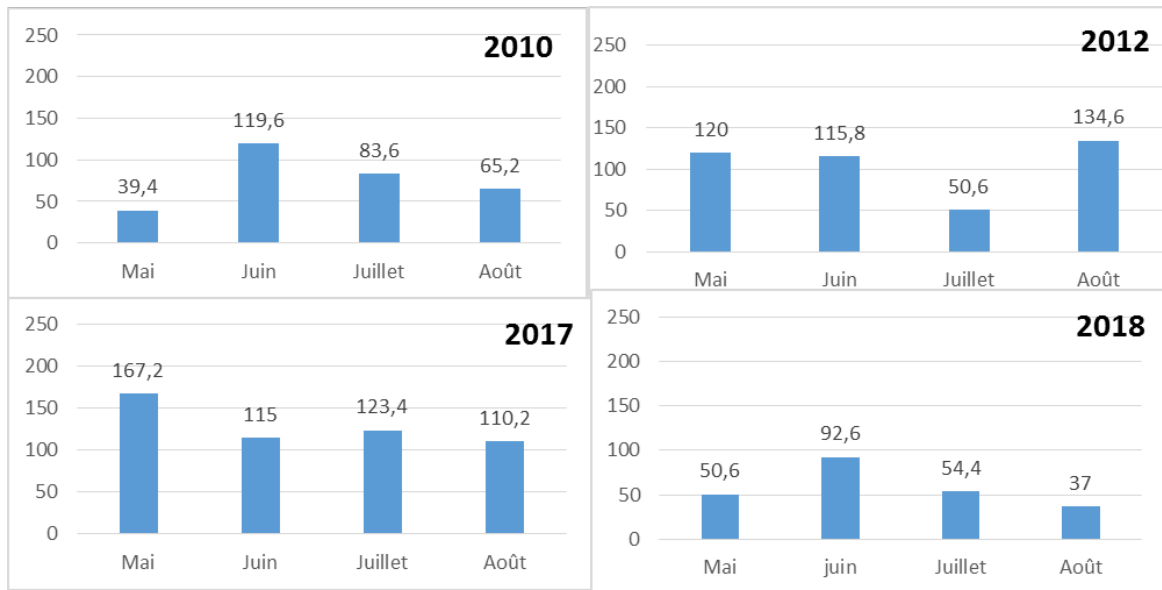
	CVAC	Mai				Juin								Juillet										Août										Sept	Oct	Nov	Fréquence		
		22	24	28	31	4	7	11	14	18	21	26	28	3	5	9	12	16	19	23	26	26B	30	2	6	9	13	16	20	23	27	30	4	4	1	Détection N	%	Dépassements N	%
<b>HERBICIDES</b>																																							
Métribuzine	1	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	-	-	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,03	0,02	32	97	-	-	
Flumetsulam	3,1	-	-	-	-	-	-	-	0,005	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	3	-	-	
DIQ-PAQ	-	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	-	-	-	-	
<b>INSECTICIDES</b>																																							
Imidaclopride	0,0083	0,033	0,033	0,039	0,045	0,045	0,032	0,045	0,022	0,024	0,039	0,054	-	0,063	0,049	0,049	0,054	0,043	0,035	0,049	0,025	-	0,039	0,041	0,02	0,044	0,053	0,05	0,039	0,027	0,051	0,038	0,022	0,042	0,032	32	97	32	97
Imidaclopride-guanidine	-	0,0077	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	3	-	-	
Thiaméthoxame	0,0083	0,066	0,065	0,076	0,084	0,084	0,057	0,098	0,04	0,037	0,075	0,096	0,1	0,079	0,098	0,11	0,096	0,077	0,07	0,11	0,047	-	0,083	0,077	0,054	0,077	0,087	0,086	0,083	0,058	0,1	0,075	0,036	0,075	0,062	33	100	33	100
Clothianidine	0,0083	0,2	0,22	0,25	0,27	0,26	0,21	0,3	0,12	0,14	0,23	0,25	0,3	0,25	0,32	0,33	0,31	0,28	0,22	0,3	0,12	-	0,24	0,24	0,17	0,21	0,27	0,32	0,25	0,16	0,29	0,19	0,11	0,21	0,21	33	100	33	100
Flupyradifurone	-	0,014	0,008	0,011	0,011	0,01	0,008	0,011	-	0,005	0,011	0,011	0,014	0,01	0,01	0,013	0,012	0,01	0,009	0,011	-	-	0,008	0,008	0,007	0,008	0,009	0,012	0,008	0,006	0,012	0,008	-	0,009	0,007	30	90,9	-	-
Chlorantraniliprole	0,22	0,053	0,055	0,074	0,08	0,086	0,058	0,08	0,04	0,029	0,072	0,084	0,083	0,066	0,095	0,088	0,1	0,08	0,064	0,064	0,045	-	0,066	0,071	0,051	0,078	0,079	0,092	0,068	0,055	0,081	0,067	0,042	0,069	0,051	33	100	-	-
Cyrantraniliprole	-	0,015	0,019	0,025	0,027	0,027	0,019	0,029	0,012	0,014	-	0,032	0,03	0,024	0,03	0,036	0,034	0,028	0,025	0,03	0,018	-	0,022	0,021	0,016	0,025	0,027	0,043	0,023	0,018	0,031	0,021	0,012	0,026	0,018	32	97	-	-
<b>FONGICIDES</b>																																							
Azoxystrobine	1,24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,001	5	15,2	-	-

**Annexe 4 Comparaison des précipitations entre les années 2010, 2012, 2017 et 2018**

**Station Sainte-Catherine-de-la-Jacques-Cartier (7011190) pour la rivière Blanche**



**Station Louiseville (7014332) pour les ruisseaux Point-du-Jour et Chartier**



## Annexe 5 Suivi des pesticides dans les puits individuels

## A. Concentrations de pesticides et de nitrates dans les puits échantillonnés près de cultures de pommes de terre en 2017 et 2018

	Municipalité	Date	NO2-NO3	HERBICIDES		INSECTICIDES						FONGICIDES	
				Métribuzine	Autres	Thiaméthoxame	Clothianidine	Imidaclopride	I-urée	Chlorantranilprole	Autres	Azoxystrobine	Autres
CAPITALE-NATIONALE	Pont-Rouge	2017-10-18	14	-		0,58	0,96	0,27	0,004	0,14	-	0,002	-
	Ste-Catherine-JC	2017-10-18	17	0,43	imazapyr: 0,006	0,23	0,12	0,35	0,008	-	-	-	métalaxyl : 0,05
	Ste-Catherine-JC	2017-10-18	4,2	0,3	-	0,36	1,6	0,36	0,006	0,22	cyantranilprole : 0,031; flupyradifurone : 0,13	0,002	-
	Saint-Raymond	2017-10-20	10	0,31	-	0,26	0,64	0,23	0,005	0,15	cyantranilprole : 0,087	-	métalaxyl : 0,07
	Saint-Alban	2017-10-27	25	0,03	atrazine: 0,02 ; s-métolachlore : 0,01	1,7	0,93	0,36	-	-	-	0,002	-
	Saint-Ubalde	2017-10-18	2,7	-	-	0,003	0,15	0,075	-	0,088	-	-	-
	Cap-Santé	2017-11-07	5,8	-	BAM: 0,45 ; glyphosate: 0,06	2,5	0,43	0,01	0,007	0,13	flupyradifurone : 0,034	-	-
	Saint-Laurent I.O.	2017-11-07	0,11	-	-	0,005	-	-	-	-	-	-	-
	Saint-Jean I.O.	2017-11-07	14	-	chlorprophame : 0,25	-	-	-	-	0,083	-	-	-
	Ste-Catherine-JC	2018-10-15	4,3	0,01	-	0,058	-	0,16	-	1,1	imidaclopride-guanidine : 0,01	0,003	pyriméthanol : 0,002
	Saint-Alban	2018-10-15	0,26	0,01	s-métolachlore : 0,02	0,029	0,29	0,026	-	-	-	-	-
	Saint-Alban	2018-10-15	<0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Saint-Casimir	2018-10-15	<0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ste-Christine-D'Auvergne	2018-10-15	0,08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
LANAUDIÈRE	Saint-Thomas	2017-10-19	9,2	-	EPTC:0,08 ; atrazine: 0,01	0,05	0,43	0,026	-	0,15	-	-	-
	Saint-Paul	2017-10-19	5,7	-	-	0,018	-	-	0,003	-	-	-	-
	Saint-Paul	2017-11-01	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Lavaltrie	2017-10-19	25	0,03	-	0,72	0,025	0,2	0,006	-	-	-	-
	Lanoraie	2017-11-30	460	0,1	chlorprophame : 0,035 ; s-métolachlore : 0,74 ; atrazine : 0,02	-	-	-	-	-	-	-	-
	Rawdon	2017-10-19	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Sainte-Sophie	2018-10-17	<0,02	-	s-métolachlore : 0,02	-	-	-	-	0,005	-	-	-
	Sainte-Sophie	2018-10-17	4,4	-	s-métolachlore : 0,01	0,23	0,15	0,039	-	0,13	-	-	-
	L'Assomption	2018-10-23	9,1	-	DEA: 0,05	0,028	0,067	0,045	-	0,099	-	-	-
	Saint-Thomas	2018-10-23	8,4	-	-	0,011	0,005	-	-	-	-	-	-
	Saint-Thomas	2018-10-23	7,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Saint-Thomas	2018-10-23	4	-	-	0,19	-	-	-	-	-	-	-
	Saint-Thomas	2019-01-16	1,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MONTÉRÉG	Saint-Michel-de-Napierville	2018-09-19	<0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Saint-Michel-de-Napierville	2018-09-19	0,37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Saint-Michel-de-Napierville	2018-09-19	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Saint-Rémi	2018-09-19	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	0,013	-
	Saint-Rémi	2018-09-19	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SAGUENAY-LAC-SAINT-JEAN	Saint-Ambroise	2017-10-26	6,7	1,7	-	1,6	0,089	0,057	-	0,12	-	0,008	-
	Saint-Ambroise	2017-11-14	6,3	-	-	-	-	-	-	-	-	0,12	-
	Bégin	2017-11-14	7,7	-	chlorprophame : 0,03	0,62	0,094	0,078	-	-	-	0,004	-
	Péribonka	2017-10-25	15	0,02	chlorprophame : 0,16	0,46	0,47	0,73	0,009	-	cyantranilprole : 0,025	0,015	-
	Péribonka	2017-10-25	7	0,02	glyphosate : 0,04	-	0,32	0,37	0,02	-	imidaclopride-oléfine : 0,005	0,012	-
	Dolbeau	2017-10-25	18	-	imazéthapyr : 0,008	-	0,049	0,043	-	0,036	-	0,001	-
	Péribonka	2017-10-25	7,7	0,02	-	0,004	0,095	0,15	-	0,003	-	-	-
	Saint-Fulgence	2017-11-14	2,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Dolbeau-Mistassini	2017-10-25	31	0,19	imazéthapyr : 0,038	0,11	0,11	0,17	-	0,15	-	-	-
	Saint-Honoré	2018-10-30	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CHAUDIÈRE-APPALACH	Albanel	2018-10-30	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Albanel	2018-10-30	1,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Saint-Léonard-d'Aston	2018-09-25	0,04	-	s-métolachlore : 0,02	-	-	-	-	-	-	-	-
	Lévis (Saint-Nicolas)	2017-10-27	1,1	-	-	0,009	0,007	-	-	-	-	-	-
BAS-ST-LAURE	Beaumont	2017-10-27	0,05	-	chlorprophame : 0,04 ; glyphosate : 0,05	-	0,018	-	-	0,005	-	0,8	fludioxonil : 0,13
	(Lévis)	2017-10-27	8,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Lévis	2018-09-25	1,9	-	-	-	0,078	0,017	-	-	-	-	-
	Saint-Arsène	2018-10-26	0,09	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BAS-ST-LAURE	Baie-des-Sables	2018-10-25	6,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Trois-Pistoles	2018-10-26	6,4	-	-	-	-	-	-	0,12	-	-	-
	Rimouski	2018-10-25	6	0,04	s-métolachlore : 0,44	0,023	1,1	-	-	-	flupyradifurone : 0,033	0,024	-
	Isle-Verte	2018-10-26	<0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

## B. Compilation des résultats pour les 16 puits échantillonnés en 2017 et au cours des années antérieures

	Municipalité	No BQMA	Date	NO2-NO3	HERBICIDES			INSECTICIDES						FONGICIDES	
					Métribuzine	Autres		Thiaméthoxame	Clothianidine	Imidaclopride	I-urée	Chlorantriliprole	Autres		Azoxystrobine
CAPITALE-NATIONALE	Pont-Rouge	05080065	2017-10-18	14	-	imazapyr: 0,006		0,58	0,96	0,27	0,004	0,14	-	0,002	-
			2010-03-30	6,4	-	-	0,045	0,005	1	0,018	NA	I-guanidine: 0,034	0,001	-	
			2010-01-19	4,4	-	-	-	-	0,97	0,015	NA	I-guanidine: 0,028	-	-	
			2009-11-24	7,1	-	-	-	-	0,67	0,013	NA	I-guanidine: 0,022	-	-	
			2009-09-22	5,7	-	-	-	-	0,9	0,013	NA	I-guanidine: 0,029	-	-	
			2009-07-21	6,4	-	-	-	-	0,85	0,017	NA	I-guanidine: 0,025	-	-	
			2009-06-28	8,1	-	-	-	-	1,1	0,018	NA	I-guanidine: 0,038	-	-	
			2008-11-26	16	-	-	-	NA	1,6	0,027	NA	I-guanidine: 0,045	0,001	-	
			Sainte-Catherine-de-la-Jacques-Cartier	05080091	2017-10-18	17	0,43	-	0,23	0,12	0,35	0,008	-	-	-
	2008-11-26	17			0,32	-	-	NA	0,17	0,01	NA	I-guanidine: 0,004	-	-	
	2001	15			0,09	-	NA	NA	-	-	NA	-	NA	-	
	2000	16			0,15	-	NA	NA	-	-	NA	I-guanidine: 0,001; carbofuran: 0,03	NA	-	
	1999	12			0,1	-	NA	NA	0,1	-	NA	-	NA	-	
	2017-10-18	4,2			0,3	-	0,36	1,6	0,36	0,006	0,22	cyantraniliprole: 0,031; flupyradifurone: 0,13	0,002	-	
	2010-03-30	19			0,55	-	0,18	0,72	0,55	0,01	NA	-	-	-	
	2010-01-19	19			0,56	atrazine: 0,02; DEA: 0,04	0,14	0,69	0,5	0,008	NA	-	-	-	
	2009-11-24	20			0,91	atrazine: 0,03; DEA: 0,04	0,81	-	0,34	0,004	NA	-	-	-	
	Saint-Raymond	05040152	2017-10-20	10	0,31	-	0,26	0,64	0,23	0,005	0,15	cyantraniliprole: 0,087	-	métalaxyl: 0,07	
			2008	6,7	0,44	-	-	NA	0,29	0,005	NA	I-guanidine: 0,009	-	-	
			2007	12	na	-	NA	NA	NA	NA	NA	-	NA	-	
			2006	8,1	0,29	-	NA	NA	0,399	0,003	NA	I-guanidine: 0,01	NA	-	
			2017-10-27	25	0,03	atrazine: 0,02 ; s-métolachlore : 0,01	1,7	0,93	0,36	-	-	-	-	0,002	-
			2008	13	-	atrazine: 0,06; diquat: 1,2; paraquat: 0,5	-	0,18	-	0,0017	NA	I-guanidine: 0,011	0,002	-	
			2007	19	NA	-	-	0,15	-	0,029	NA	I-guanidine: 0,0071; I-oléfine: 0,0013	NA	-	
2017-10-18			2,7	-	-	0,003	0,15	0,075	-	0,088	-	-	-		
2008			16	-	-	-	-	0,95	0,0075	NA	I-guanidine: 0,036	-	-		
Saint-Ubalde	05040158	2001	18	0,17	-	NA	NA	2	0,012	NA	I-guanidine: 0,028	NA	-		
		2000	8,6	0,05	diuron: tra	NA	NA	6,4	0,01	NA	I-guanidine: 0,06; I-oléfine: 0,0023	NA	chlorothalonil: tra		
		1999	9,6	0,04	-	NA	NA	0,48	-	NA	-	NA	-		
		2017-10-19	9,2	-	EPTC: 0,08 ; atrazine: 0,01	0,05	0,43	0,026	-	0,15	-	-	-		
		2001	7,1	2,6	EPTC: 0,29 ; atrazine: 0,02; métolachlore: 0,12	NA	NA	0,021	0,011	NA	I-guanidine: 0,0012	NA	-		
		2017-10-19	5,7	-	-	0,018	-	-	0,003	-	-	-	-		
		2008	16	-	-	-	-	-	-	NA	-	-	-		
		2017-11-01	12	-	-	-	-	-	-	NA	-	-	-		
		2008	22	-	-	NA	-	-	-	NA	-	-	-		
LANAUDIÈRE-LAURENTIDE	Saint-Paul	05220391	2017-10-19	5,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			2008	16	-	-	-	-	-	-	NA	-	-		
			2017-11-01	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Lavaltrie	05220314	2017-10-19	25	0,03	-	0,72	0,025	0,2	0,006	-	-	-			
		2008	16	-	-	-	NA	0,016	-	NA	I-guanidine: 0,0034	-	-		
		2019-01-16	1,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
SAGUENAY-LAC-SAINT-JEAN	Saint-Ambroise	06240017	2017-10-26	6,7	1,7	-	1,6	0,089	0,057	-	0,12	-	0,008	-	
			1993	NA	-	diuron: tra	NA	NA	NA	NA	NA	-	NA	-	
			2017-11-14	6,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,12	-
	Saint-Ambroise	06240014	2008	3,3	-	diquat: 0,2	-	NA	0,52	0,0065	NA	I-guanidine: 0,015	0,018	-	
			2001	7,7	-	-	NA	NA	0,004	-	NA	-	NA	-	
			2000	5,3	-	-	NA	NA	-	-	NA	-	NA	-	
	Péribonka	06220087	2017-10-25	15	0,02	chlorprophame: 0,16	0,46	0,47	0,73	0,009	-	cyantraniliprole: 0,025	0,015	-	
			2009-11	6,2	0,11	-	-	NA	-	-	NA	-	-	-	
			2009-09	8,3	0,16	linuron: 0,38	-	NA	1,1	0,018	NA	I-guanidine: 0,091	0,006	-	
			2009-07	7,8	0,14	linuron: 0,9 ; diuron :0,66	-	NA	0,8	0,015	NA	I-guanidine: 0,035	0,012	-	
			2009-05	7,6	0,12	linuron: 1,1 ; diuron: 0,74	-	NA	0,4	0,007	NA	I-guanidine: 0,023	0,005	fénamidone: 0,005	
	Péribonka	06220088	2008	10	0,38	-	-	NA	5,6	0,065	NA	I-guanidine: 0,13 ; I-oléfine: 0,0013	0,007	-	
			2017-10-25	7	0,02	glyphosate: 0,04	-	0,32	0,37	0,02	-	I-oléfine: 0,005	0,012	-	
			2008	10	0,03	-	-	NA	0,68	0,017	NA	I-guanidine: 0,017	0,007	-	
	Dolbeau-Mistassini	06210123	2017-10-25	31	0,19	imazéthapyr: 0,038	0,11	0,11	0,17	-	0,15	-	-		
			2008	16	-	diquat: 1,1 ; paraquat 0,8	-	NA	0,003	-	NA	-	-		
			2001	12	-	-	NA	NA	-	-	NA	-	NA	-	
			2000	12,3	-	-	NA	NA	-	-	NA	-	NA	-	

## C. Caractéristiques des puits échantillonnés

	Municipalité	No BQMA	Type de puits	Caractéristiques des puits						Caractéristiques des champs près du puits					
				Consommation		Autres usages agricoles				Profondeur du puits (m)	Niveau de l'eau dans le puits (m)	Distance puits-champs (m)	Superficie traitée (ha)	Type de sol	Pente
				Humaine	Animale	Irrigation	Préparation mélange pesticides	Lavage pomme de terre	Autres						
CAPITALE-NATIONALE	Pont-Rouge	05080065	tubulaire	X						5,5	4,6	65	23	-	puits en bas
	Ste-Catherine-JC	05080091	tubulaire	X						23	3,6	25	32	-	nulle
	Ste-Catherine-JC	05080075	tubulaire	X						6	-	60	11	-	nulle
	Saint-Raymond	05040152	citerne	X						-	-	45	14	-	nulle
	Saint-Alban	05040226	tubulaire	X						7,6	-	10	10	limon	6%,puits en bas
	Saint-Ubalde	05040158	tubulaire	X						-	-	55	33	-	nulle
	Saint-Léonard-de-Portneuf	05040247	citerne	X	X		X			9	2	30	91	sableux	nulle
	Saint-Laurent I.O.	12000028	tubulaire	X				X		-	-	60	3	loam sableux	3%,puits en bas
	Saint-Jean I.O.	12000020	citerne					lavage équipement		3,6	1	3	6	sableux et graveleux	5%,puits en bas
	Ste-Catherine-JC	05080133	tubulaire	X						8,9	8,5	33	-	sableux	nulle
	Saint-Alban	05040249	citerne					hygiène perso.		0	0	155	61	-	10%,puits en bas
	Saint-Alban	05040250	citerne	X						2,5	1,5	82	3	-	2%,puits en haut
	Saint-Casimir	05040251	tubulaire	X						30	-	22	11	-	nulle
Ste-Christine-D'Auvergne	05050004	tubulaire	X						6,5	5,7	14	42	sableux	nulle	
LANAUDIÈRE-LAURENTIDES	Saint-Thomas	05220351	tubulaire	X						6,7	5,5	29	21	-	nulle
	Saint-Paul	05220391	citerne	X				X		3	0,6	141	11	sableux	15%,puits en bas
	Saint-Paul	05220557	citerne					hygiène perso.		10	-	-	8	-	nulle
	Lavaltrie	05220314	citerne	X						4,25	-	47	27	-	3%,puits en bas
	Lanoraie	05360004	-					X	lavage machinerie	-	-	-	11	sableux	-
	Rawdon	05220631	tubulaire				X	X		76	-	83	200	loam sableux	nulle
	Sainte-Sophie	04640046	tubulaire			X	X			18	-	12	100	sableux	nulle
	Sainte-Sophie	05220636	citerne	X				hygiène perso.		4,5	-	19	100	sableux	nulle
	L'Assomption	05220637	tubulaire	X						4,5	-	33	18	-	nulle
	Saint-Thomas	05230052	citerne	X						8	3	37	7	sableux	nulle
	Saint-Thomas	05230020	tubulaire	X						7	-	72	45	sableux	nulle
	Saint-Thomas	05230051	tubulaire	X						6	-	20	40	sableux	nulle
	Saint-Thomas	05230014	tubulaire	X						6,7	-	9	-	-	-
MONTÉRÉG	Saint-Michel-de-Napierville	03070004	tubulaire			X				37	1,8	33	78	-	nulle
	Saint-Michel-de-Napierville	03090159	tubulaire	X			X	X		33	4	15	69	sableux	nulle
	Saint-Michel-de-Napierville	03090132	tubulaire				X			61	6	185	405	terre noire	nulle
	Saint-Rémi	03090160	tubulaire				X		lavage machinerie	-	3	15	405	terre noire	nulle
SAGUENAY-LAC-SAINT-JEAN	Saint-Ambroise	06240017	citerne	X			X			3	1,8	71	130	loam sableux	nulle
	Saint-Ambroise	06240014	citerne	X						4	1,8	15	623	loam sableux	nulle
	Bégin	06240031	tubulaire						lavage entrepôt	3	1,5	20	623	loam sableux	nulle
	Péribonka	06220087	tubulaire				X			4,9	1,5	95	212	loam sableux	nulle
	Péribonka	06220088	gélinite	X						4,5	-	80	29	limon	nulle
	Dolbeau-Mistassini	06210145	tubulaire	X		X				-	-	21	40	limon,sable,terre noire	nulle
	Péribonka	06220099	tubulaire	X						4,5	4,5	26	96	loam sableux	nulle
	Saint-Fulgence	06750001	tubulaire	X		X		X		33	9	144	34	loam	nulle
	Dolbeau-Mistassini	06210123	tubulaire	X						7,6	6	60	38	-	nulle
	Saint-Honoré	06460002	tubulaire	X						23	-	35	110	sable	nulle
CHAUDIÈRE-APPALACH	Albanel	06210146	tubulaire	X						5	1,5	0	20	sable	nulle
	Albanel	06210147	tubulaire	X						4,5	3	83	9	sable et argile	nulle
	Saint-Léonard-d'Aston	03010156	tubulaire						lavage machinerie	30	-	27	212	sable limoneux	nulle
BAS-ST-LAURENT	Lévis (Saint-Nicolas)	02000001	tubulaire	X						91	9	56	43	schiste	3%,puits en haut
	Beaumont	02000002	citerne					X	hygiène perso.	1,5	0,3	80	15	graveleux	8%,puits en bas
	(Lévis)	02340105	citerne	X						2	1	18	6	sableux	8%,puits en bas
	Lévis	02000006	tubulaire	X						91	60	47	-	sableux	6%,puits en bas
	Saint-Arsène	02240011	tubulaire	X						69	-	100	24	sableux	nulle
BAS-ST-LAURENT	Baie-des-Sables	02000005	citerne	X						2,5	0,3	21	23	loam sableux	6%,puits en bas
	Trois-Pistoles	02000003	citerne	X						2,5	0	20	75	sableux	3%,puits en bas
	Rimouski	02000004	citerne	X				X		3	-	54	6,8	loam sableux	nulle
	Isle-Verte	02240012	tubulaire	X						30	-	65	5	sableux	6%, -







**Environnement  
et Lutte contre  
les changements  
climatiques**

**Québec** 